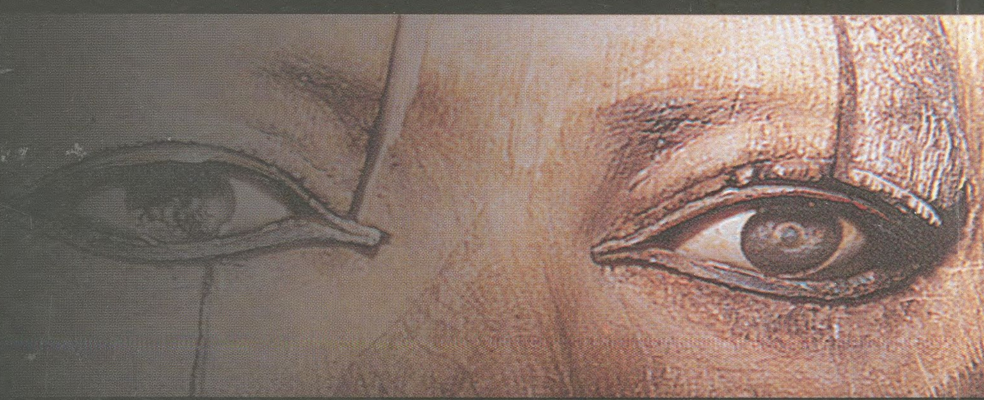


دراسات فى
علاج وصيانة
الأخشاب الجافة

علاج وترميم

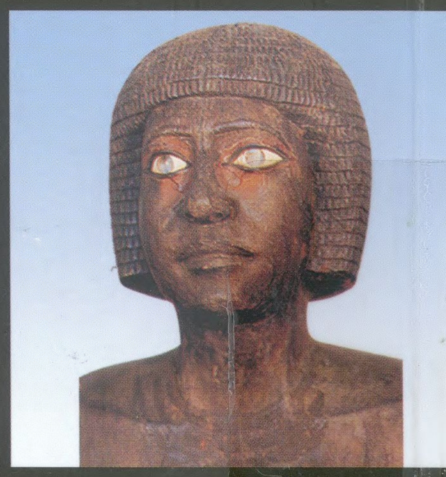
مجموعة التماثيل الخشبية التى عثر عليها بمصطبة "كاعبر"

تقديم

زاهى حواس







تأليف

د. نادية لقمة

وزارة الثقافة
المجلس الأعلى للآثار

نحو وعى حضارى معاصر
سلسلة الثقافة الاثريه والتاريخية
مشروع المائة كتاب

٤٥

دراسات فى
علاج وصيانة
الأخشاب الجافة

علاج وترميم
مجموعة التماثيل الخشبية التى
عثر عليها بمصطبة « كاعبر »

تأليف :

د. نادية لقمة
مدير عام الصيانة والترميم
المجلس الأعلى للآثار

رقم الإيداع ٢٠٠٥/١٥٢١٩
I. S. B. N.
977 - 305 - 833 - 6
مطابع المجلس الأعلى للآثار

إهداء

عن أبى هريرة رضى الله عنة

أن رسول الله صلى الله علية وسلم قال :

[إذا مات الإنسان أنقطع عملة إلا من ثلاث :

صدقة جارية ، أو علم ينتفع به ، أو ولد صالح يدعو له .]

صدق رسول الله

[رواه مسلم]

وأنى كلى أمل ورجاء وأنا أتقدم بعملى هذا أن يتقبله الله عز وجل واسع الرحمة كعلم ينتفع به ، علة يشفع لى يوم الحساب فسبحان من بيده ملكوت كل شىء وله الحمد والشكر دائماً وأبداً .

تقديم

عندما توليت مسئولية أمانة المجلس الأعلى للآثار فقد أعلنت أن المجلس يجب أن يعطى الأولوية للترميم ثم الترميم ثم الترميم . ولذلك فقد نفذنا هذا الوعد وبدأنا فى الترميم الشامل للموقع والذى يطلق عليه Site Management . وقد أكدنا أيضًا على ضرورة أن يتم الترميم بأسلوب علمى جاد بدلاً من العشوائية التى كانت تتبع فى ترميم الأثر من قبل ، وخاصة فى آثارنا الإسلامية . ونحمد الله الآن أن أعمال الترميم تسير على مستوى عالٍ جداً ، وقد شاهدت فريقاً مصرياً يعمل فى تنظيف وترميم الأخشاب بالمتحف القبطى وسعدت جداً للأعمال العلمية التى يقوم بها فريق من المرممين الشباب .

وهناك بعض المميزين من المصريين فى العمل الترميمى أشيد بهم دائمًا فى المحافل الدولية والعالمية ويقومون بأعمال تفوق بعض الأجانب وقليل منهم الذى يقوم بقيادة وتعليم الشباب . ولكن أتمنى لكل شخص أن يكون له خلفاء على نفس المستوى لكى ننهض بآثارنا . ومن هؤلاء المميزين الدكتورة نادية لقمه ، فقد تابعتها منذ بداية عملها فى الترميم ووجدت المحاولات الكثيرة منها للتعلم سواء فى الداخل أو الخارج حتى استطاعت أن تصبح مميزة فى مجال ترميم الأخشاب ، وهذه الرسالة الجادة تثبت معرفتها لدقائق وأسرار هذا العمل . والمجلس الأعلى للآثار فى سبيله لافتتاح معهد على مستوى علمى للتدريب على أعمال الترميم والمتاحف ، وأعتقد أن الدكتورة نادية لقمة سوف تكون على قمة العمل التدريبى فيه .

والله الموفق ،،

د.زاهى حواس

التقديـــم

يمثل الترميم جزءاً كبيراً وهاماً فى مجال أهتمامات علم الآثار ، وقد تطــور تطــوراً كبيراً خلال النصف الأخير من القرن العشرين بحيث أصبح علماً قائماً بذاتــه لــه مــدارس متميزة وتجرى فى مجاله الكثير من الأبحاث والدراسات الأكاديمية والتطبيقية.

وقد قام هذا العلم فى مصر على أكتاف مجموعة من الرجال الأكفاء الذين أعطوا الكثير للنهوض بالترميم وأعلاء شأنه، سواء فى النواحى الفنية التطبيقية بداية من شــيخ المــرممين المصريين الراحل الحاج أحمد يوسف والأساتذة محمد فهمى عبد الوهاب وعبد الكريم مــدحت وعلى بهجت وعبد اللطيف عرفان، وغيرهم الكثير مما كانوا يعملون فى المجلس الأعلى للآثار من بدايته ، وفى المجالات البحثية العلمية التى نتج عنها أنشاء العديد من المعاهــد والكليــات المتخصصة في هذا المجال وأرساء قواعد مدرسة الترميم المصرية ، وعلى رأســهم الأســتاذ الدكتور زكى أسكندر والأستاذ الدكتور صالح أحمد صالح اللذان كانا لهما دور كبير فى أنشاء قسم الترميم بكلية الآثار جامعة القاهرة والذى كان أول قسم أكاديمى فــى جامعــة مصــرية لتدريس الترميم وذلك بالتعاون مع نخبه ممتازة من الزملاء المرممين والعلميين اللذين تولــوا أعداد كوادر وأجيال جديدة من أخصائى الصيانة والترميم ،اللذين ينتشرون الآن فــى أرجــاء مصر وفى بعض المؤسسات التعليمية والأثرية والمتحفية بالدول العربيــة يحملــون مســؤلية الحفاظ على تراثنا.

وقد تطور الترميم فى مصر تطوراً ملحوظاً حتى غدا ملاحقــاً لمثيلــه فــى الخــارج بأعتراف الخبراء العالميين أنفسهم، بل وصل إلى حد أن العديد من المتاحف العالمية تســتعين بخبرات المرممين المصريين فى مجال ترميم وصيانة الآثار المصرية التى تمثل جــزء مــن معروضاتهم. وبالرغم من هذا التطور المبهر إلا أن هناك نقص ملحوظ فى الكتابات والمؤلفات العربية فى هذا المجال ، لذا كان من الضرورى والهام تشجيع المبدعين والمتميزين فى هــذا المجال على أخراج أبحاثهم وأعمالهم للنور لأثراء المكتبة العربية بالمراجع والمؤلفات ليستفيد منها العاملين والباحثين فى مجالات الترميم المختلفة.

ومن هنا كانت أهمية هذا الكتاب الذى قامت بتأليفه واحدى من أفضل المرممين العاملين بالمجلس الأعلى للآثار والتى تتميز بجانب الخبرة العملية التطبيقية العريضة التى أكتسبتها من العمل فى مجال الترميم على مدى عشرات السنين ، بالجانب العلمى والبحثى والــذى جعلهــا واحدة من أفضل خبراء ترميم الأخشاب على المستوى العالمى ، يستعان بها فــى المتــاحف العالمية كخبيرة فى هذا المجال.

وقد بذلت المؤلفة جهداً مميزا فى الدراسات التى قامت بها وتضمنها هذا الكتاب ســواء فى النواحى النظرية أو التطبيقية والتجريبية وذلك فى منهج علمى بحثى تحليلى دقيق نتج عنة كتاب موسعى متكامل فى مجال ترميم الأخشاب الجافة بما يتضمن النواحى الأثرية والفنيــة مدعماً بمجموعة توضيحية من الصور الفوتوغرافية والرسوم التوضيحية ليصبح مرجعاً يمكن الأستفاده منة بما يتضمنه من خبرات عملية و أبحاث علمية تطبيقية.

ونحن نأمل أن يكون هذا الكتاب الذى يصدر تحت رعاية المجلس الأعلى للآثار ضـــمن برنامج للتأليف والنشر فى حقل الآثار صدر عنة العديد من الإصدارات القيمة، بداية للمزيد من المؤلفات فى مجال الترميم للمؤلفة ولغيرها من المرممين المصريين العاملين فى مجال صيانة وترميم الآثار لإثراء المكتبة العربية فى هذا المجال، و لتصبح خبراتهم وأبحاثهم فى متنـــاول الجميع كعلامات مضيئة على الطريق الطويل لصيانة والحفاظ على تراثنا.

والله الموفق

الدكتور محمد صالح على

المدير الأسبق للمتحف المصرى

القاهرة – سبتمبر ٢٠٠٢

المقدمـــة

الأخشاب مادة عضوية تتعرض للكثير من مظاهر التلف بسبب العديد مـــن العوامـــل المختلفة سواء بيولوجيه أو كيمائية أو فيزيائية مما يتسبب فى تعرضها للتغيــر فـــى الشـــكل والتركيب . وقد تؤدى هذه العوامل إذا لم تتخذ الأحتياطات اللازمة من علاج وصـــيانة إلـــى تعرض الأثر الخشبى للتدهور الذى قد يصل الى حد تحلله بصورة كلية أو جزئية . ونظرا لأن المقابر المصرية بإختلاف أنواعها تتميز بوجه عام بالجفاف لذا فإن المشكلة الرئيســية التـــى تواجه المرمم عند تعامله مع الآثار الخشبية المكتشفة هى علاج آثار ونتائج هذا الجفاف مـــن تشوة والتفاف وإنفصال فى الألياف وظهور الصدوع والتشققات بجانب التحلل الحرارى .

ومن هذا المنطلق كانت أهمية عمل دراسات فى ترميم وصيانة الأخشاب الجافة التـــى تمثل المشكلة الرئيسية عند التعامل مع الآثار الخشبية بمصر، والذى هو الهدف الرئيسى لهـــذا الكتاب الذى يتضمن دراسة علمية بحثية تطبيقية متكاملة على مجموعة من أهم وأقدم التماثيل الخشبية التى عثر عليها بمقبرة " كاعبر " بسقارة والمحفوظة حالياً بالمتحف المصرى بالقاهرة تحت أرقام ٣٢-٣٣-٣٤ كتالوج ، بما يشمل مظاهر التدهور والتلف وطرق العلاج بأنســب المواد والأساليب بما يتناسب مع المنهج والأسلوب العلمى الأمثل الناتج عن الدراسة والبحـــث والتجربة.

كما يتضمن الكتاب ايضا مجموعة من الدراسات التجريبية التى أجريت على مختارات من اهم المواد المستخدمة فى تقوية الأخشاب بما يشمل تأثير عمليات التقادم علـــى الخـــواص الفيزيائية لهذة المواد مثل اللون والشفافية، الأنكماش و المرونة، الذوبان وقابلية الأزالة بجانب تاثير عمليات التقادم على قيمة الأس الهيدروجينى. واستكمالا لهذه الدراسة تم تطبيق مختارات من مواد التقوية المختلفة فى الخواص على عينات من الأخشاب المتقادمة للتعرف على سلوك و تأثير هذة المواد على الأخشاب وخواصها مثل التغير فى الوزن والمظهر واللـــون بجانـــب مدى قابلية الأخشاب المقواه على أمتصاص الماء والتأثر به، وكذا تأثير هـــذة المـــواد علـــى التركيب الداخلى الدقيق للخشب المقوى بها. كذلك تم أجراء مجموعة من الأختبارات لتحديـــد مدى قابلية مواد التقوية للأصابة بالفطريات.

هذا بجانب مجموعة من الدراسات التجريبية على مختارات من أهم المواد والمخـــاليط المالئة التى تستخدم فى عمليات تدعيم وأستكمال الأخشاب بما يتضمن تحديد الخواص العامـــة لها خلال وبعد عمليات الأستخدام للتعرف على سلوكياتها حتـــى يمكـــن المفاضـــلة بينهـــا ، كاللزوجه وقوى اللصق ،معدل الأنكماش ،مظهر السطح قابلية التشـــكيل والصـــقل والأزالـــة والتلوين بجانب تحديد مقدار الصلابة. وأستكملت هذه الدراسة بأجراء مجموعة من الأختبارات على مختارات من المواد والمخاليط المالئة التى أعطت أفضل النتائج فى الأختبارات الســـابقة لتحديد خواصها الميكانيكية من حيث مدى قابليتها للأنضغاط والشد والأنحناء حتى يمكن تحديد سلوكيات الخشب المستكمل بها عند تعرضة لأى ضغط ميكانيكى وبالتالى المفاضلة بينها عند الأستخدام بما يتناسب مع طبيعة والخواص الميكانيكية للأخشاب الأثرية.

وقد أستغرقت هذة الدراسات الكثير من الوقت والجهد والمثابرة لتكون على المستوى المرجو كمرجع علمى تطبيقى يمكن أن يستفاد منة العاملون فى مجال الترميم ، يشتمل علـــى نتائج العديد من الدراسات العلمية والعملية والأبحاث التطبيقية فى مجال ترميم الأخشاب الجافة والتى يمثل بعضها جزء من رسالة الدكتوراة التى تقدمت بها لقسم الترميم كلية الاثار جامعـــة

القاهرة تحت أشراف وبمعاونة أساتذة أفاضل على رئسهم المرحوم الأستاذ الـدكتور/ صـالح أحمد صالح الرئيس الأسبق لقسم الترميم -كلية الآثار جامعة القاهرة، الأستاذ الدكتور/ ياسـين زيدان الأستاذ بقسم الترميم- كلية الآثار -جامعة القاهرة ، الأستاذ الدكتور/ محمد صالح على مدير عام المتحف المصرى السابق، الأستاذ الدكتور/ محمد نبيل الحديدى الأستاذ بقسم النبات كلية العلوم جامعة القاهرة والأستاذ الدكتور/حسن فهمى أمام الأستاذ بمعمل هندسة الصـخور كلية الهندسة جامعة القاهرة الذى الذى كان لة دور كبير فى الجزء التجريبـى علـى المـواد والمخاليط المالئة.

وفى النهاية فكلى أمل ورجاء ان أكون قد وفقت فى أن أضيف ولو جزء يسير إلى مكتبـة الترميم بمصر التى ما زالت تفتقر الى المراجع والدراسات التطبيقية باللغة العربية . عسى أن يقبله الله عز وجل كعلم ينتفع به.

وسبحان الله الهادى إلى سواء السبيل أنة سميع مجيب ... وأن آخر دعوانـا أن الحمـد لله رب العالمين.

دكتورة/ نادية لقمـــة

مدير عام الصيانة والترميم
المجلس الأعلى للآثار

الباب الأول

دراسة تسجيلية أثرية
للتماثيل الخشبية المختارة

أولاً: الدراســــــة الأثـــــريــــة

يعتبر_تمثال "كاعبر"[١] الشهير " بشيخ البلد " من أقدم وأهم التماثيل الخشبية بمصر القديمة وأكثرها تميزاً بالمستوى الفنى المرتفع وروعه وإبداع التشكيل . وقد تعددت الآراء والتساؤلات فيما يختص بهذا التمثال والتماثيل الخشبية المرتبطة به ، وربما يرجع ذلك الى تداخل ظروف الكشف عنه .

ففى موسم حفائر الأثرى الفرنسى " أوجست مارييت " [٢] عام ١٨٦٠ بسقارة ، أكتشفت مصطبه كبيرة من الطوب اللبن ملحق بها حجرة خارجية بسيطة التصميم وذلك فى الجزء الشمالى من جبانة سقارة بالقرب من هرم " أوسركاف " (المصطبة رقم "٣٦" مارييت " C8 ") ، وقد عثر بهذه الحجرة داخل مشكاه محفورة بالجدار . الجنوبى على التمثال الخشبى الشهير والذى أطلق علية عمال الحفائى عند رؤيته أسم " شيخ البلد " بسبب التقارب الكبير فى الشبه بينه وبين شيخ البلد فى قريتهم [٣] . والتمثال كان فى حالة جيدة من الحفظ فيما عدا الأرجل والقاعدة التى تآكلت تماماً ، ومع ذلك ظل طوال فترة وجودة بالمقبرة محتفظا بوضعه واقفا داخل المشكاة بسبب ضغط الرمال التى تراكمت حوله [٤].

وقد ذكر الأثرى "ماسبيرو" [٥] أن " مارييت" لم يكن متواجدا خلال هذا الكشف بسبب رحيلة الى مواقع الحفائر بمصر العليا تاركا مساعديه " Galbet " ، " Vassalli"[٦] للاشراف على الحفائر أثناء تغيبه وأنه خلال هذه الفترة تم اكتشاف تماثيل " رع نفر" و " كاعبر" مع عشرين تمثالاً أخرى ، وهو ما أكدة " Vassalli " [٦] فى كتابه عن الحفائر المصرية، وقد تم نشر هذا الأكتشاف فى حينة فى Academie des Inscriptions كما نشر فى Revue Archeologique خطاب موجة من " مارييت" الى " دى روج" (E. de Rouge) يذكر فيه أكتشاف عشرين تمثالا فى سقارة والتى تماثل من وجهه نظرة فى الطراز تمثال الكاتب المعروض بمتحف اللوفر [7] .

وفى ديسمبر ١٨٦٤ أشير لأول مرة الى أسم " شيخ البلد " حيث ذكرة " رينـــان "

---

[1] Porter,B., and Moss,R.;"Topographical Bibliography of Ancient Egyptian Hieroglyphic Texts Reliefs and Paintings", III^2. Memphis , Part 2, second Edition, griffith Institute, Ashmolean Museum, oxford, 1977, pp 459-460 .

-Borchardt , V.L. ;" Statuen und Statuetten von konigen Und Privatleuten in Museum von kairo" , Tell I, Reichsdruckerei , Berlin, 1911, pp.32- 33 , No. 34 .

- Saleh,M. and Saurouzian ; " The Egyptian Museum Cairo Official Catalongue ", Verlag Philipp Von Zabern , Mainz , Germany , 1987 , No . 40 .

[2] Mariette , A. ; " Les Mastabas De L'ancien Empire", Vieweg . Lilbraire - Editeur, Paris ,1889 ,pp. 127-129.

[3] Maspero ,G. ; " Egyptian Archaeology ", Second Edition , H. Grevel and Co. ,London 1889, p. 213.

[4] Mariette , A. ; Op. Cit . , p. 129.

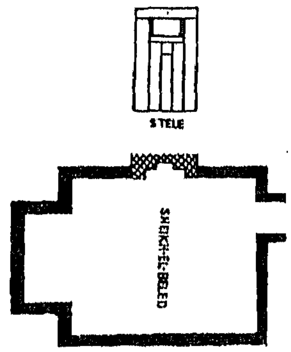
[5] Capart, J . ; "Some Remark on The Sheikh El Beled ", in JEA. 6 , The Egypt Exploration Fund , London , 1920 , p.228 .

[6] Vassalli , L. ; " Imonumenti Istorici Egizi ", il Museo egli Scavi dantichita Eseguiti par Ordine di S.A.il Vicere Ismail Pascia , Notizia Sommiria , Milan, 1867 , pp. 16-17.

[7] Capart , J. ; Op. Cit ., p. 228 .

" Renan " (١) مبديا أعجابه بروعة تشكيلة مع الأشارة الى العثور على تمثال زوجته بجواره وقد أطلق على تمثال " كاعبر" فى حينه أسم "أوسابتاح "Ptah - Se " "صهر الملك إلا أن " كابارت" "Capart" (٢) اوضح أن " رينان " قد خلط فى الأسم بين " كاعبر" وبين "Ptah-shepses" صاحب اللوحة الكبيرة التى عثر عليها " مارييت " فى نفس الفترة . وخلال معرض باريس عام ١٨٦٧ بدأ العالم بأسره يتحدث عن هذا التمثال الفريد فى الفن المصرى وأطلق عليه اسم " رع – إم – كا " " Ra - em - Ke " . وقد ذكر ماسبيرو (٣) انه كان يعمل مشرفا على العمال فى زمن بناء الأهرمات وانه ينتمى الى طبقة الشعب الوسطى ، ثم عاد عام ١٨٩٥ وأطلق عليه أسم " Kaapirou " ذكرا أنه ربما كان أحد قيادات العمال الذين بنوا الهرم الأكبر. بينما يرى " Lenormaut " أن " كاعبر" من أصل متواضع حظى بشرف الحصول على زوجة من دم ملكى (٤) .

وخلال شتاء ١٩٠٣ – ١٩٠٤ قامت " مارجريت مرى" " M. Murray " مع مجموعة من الباحثين فى علم المصريات بفتح وإعادة دراسة عدد من المقابر التى أكتشفت بواسطة " مارييت " ، ومنها مقبرة " كاعبر" ، وقد نشرت نتائج هذه الدراسات والتى تضمنت وجود لوحة من قطعة واحدة من الجرانيت الوردى فى الحائط الغربى للغرفة الخارجية للمصطبة محفور عليها صف واحد من الكتابة المصرية القديمة تذكر أن صاحب اللوحة هو " كاعبر" وأنه رئيس الكهنه المرتلين(٥) [شكل رقم (١-٢)].



شكل رقم(١)

رسم تخطيطى للحجرة الخارجية بمصطبة "كاعبر" كما نشرتة " Murray " وهو يوضح موضع تواجد اللوحة الجرانيت التى يوجد عليها صف الكتابة ويلاحظ حجم المشكاة الكبير حيث عثر على تمثال "كاعبر" (١).



شكل رقم(٢)

صف الكتابة المحفور على اللوحة الجرانيت السابقة (١).

ومن هنا نرى أن " كاعبر" قد أطلق عليه العديد من الأسماء وهى(٦) :-

Ka - aper , Ptah - Se , Ra -em - Ke , Ramke , Kaapirou, هذا بجانب " Akhet - hetep - her " الذى وجد على مائدة قرابين مستديرة من الرخام

---

(1) **Renan,e. ;"L'Ancienne Egypt ",in Melanges d'histoire et de Voyages ,Paris ,1878, p44.**
(2) **Capart , J. ; Op. Cit. , p. 229.**
(3) **Maspero , G. ; Op. Cit. , pp. 212 - 213.**
(4) **Capart , J. ; Op. Cit . , p. 229.**
(5) **Murray , M. ; " Saqqara Mastabas" , Egyptian Research Account , Tenth Year 1904, Part I , Historces and Mysteries of Man LTD . London , 1989 , pp. 4-5 Pls. III 5 , XXXII.**
(6) **Capart , J. ; Op. Cit. , p. 230 .**

أكتشفت وسط الحجرة التى عثر على التمثال بها(١).

أما فيما يتعلق بعصر صاحب التمثال ، فقد أختلفت الآراء ما بين الأسرة الرابعة والخامسة (٢) حيث رجح " ماريييت " " وماسبيرو " رجوعه إلى عصر الأسرة الرابعة وقد أتفق معهم فى الرأي كلا من " Michalowski " و" نوبلكور " " Noblecourt " وبترى(٣) ، بينما رجح " بورخاردت Borchardt " إرجاعه إلى الأسرة الخامسة وأتفق معه كلا من " Yoyotte " و " Lange " فى الرأى .

ويرى " سميث " (٤) أن تصميم المصطبة يرجـــع تأريخها إلى الأعوام الأخيرة من الأسرة الرابعة وأن اللوحة الجرانيت المنقوش عليها أسم صاحب المقبرة تتفق مع هذا التاريخ ، الا أنه يرى أمكانية إرجاع التمثال إلى النصف الأول من الأسرة الخامسة ويتفق كلا من " Wilding " و " Aldred " (٥) و "صالح (٦) معه فى الرأى . وقد أرجع كتاب " بورتر وموسى " " Porter and Moss " التمثال إلى أواخر الأسرة الرابعة أو أوائل الأسرة الخامسة(٧) .

أما تمثال المرأة التى أطلق عليها " زوجة شيخ البلد " (٨) فقد ذكر " ماريييت " (٩) أنه قد عثر عليه بمقبرة " كاعبر" بالقرب من المدخل وسط الرمال، حيث كان فى حالة سيئة من الحفظ نتيجة تآكل نصفه السفلى والأذرع بحيث لم يتبق منه إلا الجذع. وقد ذكرت نفس المعلومة فى دليل متحف بولاق عام ١٨٦٤ ، كما ذكرها " Renan " فى أحدى مقالاته بعد حديثة عن شيخ البلد وكذا " Lenormant " مع محاولتة وصف خصائصها.

أما " Arther Rhone " فقد كتب فى عام ١٨٧٧ أن جذع تمثال زوجة " كاعبر" كان ملقى على مسافة قريبة منه وأن طرازة يدل على نشأة أكثر رقيا عن زوجها، وأنها ربما كانت امرأة ذات نشأة أجنبية أو مرتبة عالية (١٠). الا أن " ماسبيرو" (١١) أختلف معه فى الرأى حيث ذكر فى كتابة الحفائر المصرية أنها طراز جيد لامرأة مصرية من الطبقة الوسطى. وقد أكدت

---

(1) **Murray , M. ; Op. Cit. , p. 4 , PL. III 4**
- Capart, J. ; Op. Cit. , p. 230 .
(2) **Vandersieyen ,Cl. ;" La Date du Cheikh El Beled " , in JEA. 69 , The Egypt Exploration Society , London , 1983, pp. 61 - 65.**
- Capart , J. ; Op. Cit ., p 230 .
(3) **Petrie , W .M. ; " Arts and Crafts of Ancient Egypt ", A.C.Mcolurg and CO.,Chicogo , 1910 , p. 33.**
(4) **Smith , W.S. ; " A History of Egyptian Sculpture and Painting in The Old kigdom ", Oxford University Press , London , 1446, pp. 48 - 49.**
(5) **Aldred , C. ; " Old kingdom Art in Ancient Egypt ", Alec Tiranti LTD.London , p. 34 , No . 39.**
(6) **Saleh , M. and Sourouzian ; Op. Cit. , pl. 40 .**
(7) **Porter , B. and Moss , R. ; Op. Cit. , p. 459 .**
(8) **Wildung , D . and Schoske , S. ; " Nofret - Die Schane , Philipp von Zabern , Mainz , Germany 1984 , No. 20 .**
- Borchardt , V.L . ; Op. Cit. , pp. 31 - 32.
(9) **Mariette,A. ; Op. cit. , p. 129.**
(10) **Capart , J. ; Op. Cit. , p . 230.**
(11) **Maspero , G . ; Op. Cit. , p. 214 .**

" Murray " [١] أن الريسى " روبى " الذى كان رئيسا لعمال حفائر " مارييت " فى وقت اكتشاف المصطبة قد أفادها أن تمثال الزوجة قد عثر علية فى الأتجاه الشمالى بجوار الباب المؤدى الى خارج المقبرة .

والتمثال الثالث الذى يرتبط بهذه المجموعة تمثال خشبى لشاب فى الهيئة الرسمية[٢] ، وهو يعتبر أكثر هذه المجموعة غموضاً فمن المؤكد كما ذكر " بورخاردت " [٣] وغيره من الباحثين أنه قد عثر عليه فى سقارة فى يناير ١٨٦٠ فى نفس الوقت مع تمثال " كاعبر" وزوجته أى انه كان أحد التماثيل العشرين التى عثر عليها فى هذا العام ، إلا أنه لم يعثر على مايؤكد بصورة قاطعة أى المقابر ينتمى اليها التمثال ، هذا بجانب أن " مارييت " لم يشر اليه بأى صورة، وربما يرجع ذلك الى عدم تواجده فى موقع الحفائر عند الكشف عن هذه التماثيل وبالتالى عدم معرفته لجميع تفاصيل وقائع الكشف . هذا بجانب العدد الكبير من التماثيل التى أكتشفت فى نفس الوقت والتى تضاءلت معها أهمية التمثال الذى تآكل جزء كبير منه بسبب الأصابات الحشرية التى لم تترك منه إلأ النصف العلوى فقط . بجانب أن بعض التماثيل الأخرى المكتشفة كانت فى حالة جيدة من الحفظ ومستوى عال من الناحية الفنية مثل تماثيل " رع نفر " مما أدى الى استحواذها على معظم الأهتمام .

ويؤكد هذا الرأى أن تمثال " كاعبر" بالرغم من تميزة لم يلق الأهتمام الكافى ألا بعد معرض باريس عام ١٨٦٧ ، هذا بجانب أن التسجيل الأثرى فى ذلك الوقت مع العدد الهائل من الأكتشافات التى كانت تتم بصورة متتابعة لم يكن دقيقا كما هو متبع حاليا . وهناك إحتمال أن هذا التمثال حفظ مع غيره من التماثيل التى تعرضت لتلف شديد داخل مخازن الآثار حتى تم نقله فيما بعد إلى متحف بولاق .

وقد أثار " كابارت" [٤] فى مقالة نشرها عام ١٩٢٠ رأى فحواه أن هذا التمثال هو التمثيل الرسمى لتمثال " كاعبر" وأعتمد فى تأكيده لهذا الرأى على ما أستخلص مما عثر عليه من تماثيل فى المقابر المختلفة والتى تؤكد وجود تقليد وضع تماثيل للمتوفى فى المقابر تمثلة فى هيئتين مختلفتين ، الأولى فى الهيئة العادية حليق الرأس يرتدى النقبه الطويلة التى تخفى الركبتين مع أظهار صفاته التشريحية . أما فى الثانى فيمثل فى الهيئة الرسمية فى صورة مثالية مرتديا الشعر المستعار والنقبه الرسمية القصيرة الملتصقة بالجسم والتى عادة ما تكون ذات ثنيات على الجانب . وفى هذه التماثيل كان الفنان بوجه عام لا يلتزم بالتشابه بين ملامح المتوفى والتمثال الذى يمثله ألا أنه كان يراعى كتابه الأسم على القاعدة .

وقد ذكر " كابارت " [٥] العديد من الأمثلة على هذا التقليد فى أسيوط ومير ودهشور وسقارة ، منها مجموعة التماثيل الخشبية " لنخت " [٦] التى عثر عليها بمدينة الموتى بأسيوط عام ١٨٩٣ وترجع لعصر الأنتقال الأول

---

(1) Murray , M. ; Op. Cit. , p. 4 .
(2) Vandier , J . ; " manel D'archeologie Egyptienne ", Tome III , Les Grandes Epoques La statuaire , Editions A.ETJ . picord ETC Ie , paris , 1958 , p. 125 .
- Porter , B. and Moss , R.; Op. Cit. , pp. 724 - 725 .
(3) Borchardt , V.L. ; Op . Cit .;`p. 31 , No. 32 .
(4) Capart , Ê. ; Op. Cit. ; pp. 225 - 233.
(5) Ibid. ; pp. 225 - 226 ,Pls. XXIV-XXVI .
(6) Vandier , J. ; Op. Cit., pp. 155 - 161 , Pls. III 1- 4 - 5 - 6 .

[صور رقم (١أ – ب)](١) وهى تمثله فى الهيئتين السابقتين فى صورة مختلفة تماماً فى الزى والمظهر والملامح والصفات العامة ، بحيث لا يمكن الجزم بأنها تمثل صورة واقعية متشابهة لصاحب التمثال المحفور أسمة على القاعدة [محفوظين حالياً بالمتحف المصرى بالقاهرة ومتحف اللوفر بباريس] . والتمثالين الذين عثرا عليهما عام ١٨٩٤ فى جبانة " مير " بمقبرة " نى عنخ ببى " Ni Ankh Pepi " (٢) التى ترجع الى الأسرة السادسة والتمثالان يمثلان صاحب المقبرة فى نفس الوضعين السابقين مع الأختلاف الكامل فى الهيئة والملامح [صور رقم (٢أ – ب)] [محفوظين حالياً بالمتحف المصرى] . ومجموعة التماثيل التى عثر عليها " دى مورجان " بالمقبرة رقم " ٢٤ " بمصطبة من عصر الدولة القديمة بجبانة " دهشور " (٣) .

هذا بجانب مجموعة تماثيل " ميثيتى" " Methetie " (٤) التى عثر عليها بسقارة وترجع الى عصر الأسرة الخامسة [صوررقم (٣أ–ب)] [محفوظين حالياً بمتحف بروكلين بنيويورك ومتحف الفنون الجميلة ببوسطن ومتحف كنساس سيتى]، ومجموعة تماثيل " أيبى" التى عثر عليها بسقارة و ترجع الى الأسرة السادسة والمحفوظة حالياً بالمتحف المصرى بالقاهرة، وغيرها من الأمثلة التى تزخر بها متاحف العالم .

أما مصطبة " رع نفر Ra nufer " الكاهن الأعلى لبتاح (٥) التى أكتشفت ضمن حفائر " مريت " بسقارة عام ١٨٦٠ والتى ترجع الى بداية الأسرة الخامسة وتتشابه الى حد كبير فى الشكل والتصميم مع مصطبة " كاعبر " [شكل رقم (٣)] فقد عثر بداخلها على تمثالين لصاحب المقبرة يعتبرا مثالاً آخر لنظام الطرازين المختلفين (صور رقم (٤ أ–ب)] ويلاحظ أن هناك تشابه كبير بين موضع العثور على التماثيل بالمقبرة وموضع العثور على التماثيل بمقبرة " كاعبر" . فتمثالا " رع نفر" عثر عليهما فى وضع الوقوف داخل المشكاة التى تواجه باب الحجرة الخارجية الملحقة بالمصطبة وكذا تمثال " كاعبر" .أما تمثال زوجة" رع نفر" فعثر عليه فى الزاوية بجوار الباب ، بينما التمثال الذى يعتقد أنه لزوجة " كاعبر" فقد عثر عليه بجوار الباب مقلوبا فى الرمال وربما يرجع ذلك إلى تآكل الجزء السفلى منه مما تسبب فى سقوطه وانزلاقه إلي مدخل الحجرة(٦) .

ويلاحظ فى الرسم الذى نشره " مارييت " لمقبرة " كاعبر" فى تسجيل الحفائر أنه رسم المشكاة التى عثر على تمثال " كاعبر" بداخلها كفتحة صغيرة فى الحائط المواجه لباب الدخول، بينما فى مقبرة " رع نفر " فأن المشكاة التى عثر على التمثالين بداخلها ذات حجم كبير، ألا أنه بالرجوع إلى الرسم الذى نشرته " Murray " [شكل رقم (١)] بعد دراستها لمقبرة " كاعبر"، نجد أن المشكاة التى عثر على تمثال " كاعبر " بداخلها تحتل معظم الحائط مما يعطى انطباع باحتمال وجود تمثالين يتبعا الطرازين المختلفين.

---

(1) **Delange , E. ; "Catalogue Des Statues Egyptiennes du Moyen Empire " , Musee du Loure ,Editions de la Reunion des Musees Nationaux , Paris , 1987 , pp. 151 - 155 ,158 - 159 .**

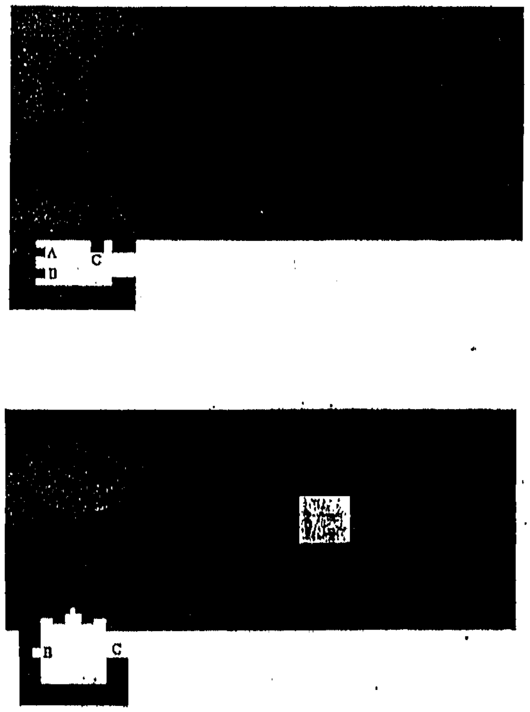
(2) **Borchardt , V.L,; Op. Cit. pp. 52 , 154.**

(3) **Capart , J . ; Op. Cit. , p . 226 .**

(4) **Kaplong , p. ; " Studie Zum Grab Des Methethi ", Abegg - Stiftung Bern , Germeny 1976 .**

(5) **Saleh , M . and Sourouzian ; Op. Cit. , pp. 45 - 46.**

(6) **Capart , J. ; Op. Cit. , pp . 227 - 228 .**



شكل رقم (٣)

رسم تخطيطى لمصطبتى " رع نفر" (ماريت C.5) و "كاعبر" (ماريت C.8) كما رسمهما "ماريت" ، يوضح أماكن العثور على التماثيل حيث " A,B " فى الرسم الأول أماكن تمثالى "رع نفر"، "C" تمثال السيدة ، بينما "B" فى الرسم الثانى موضع تمثال "كاعبر" ، "C" تمثال السيدة ، ويلاحظ التشابة الكبير بين تصميم المصطبتين وموضع العثور على التماثيل (١) .

ومما سبق يمكن أجمال أهم النقاط التى ترجح الرأى الذى أثارة "كاربات" فيما يلى :-

* أن تمثال الشاب عثر عليه فى سقارة ضمن حفائر مارييت عام ١٩٦٠ مما يرجح أنه أحد التماثيل العشرين اللذين عثر عليهم فى نفس الوقت بما يتضمن تمثالى "كاعبر" و "السيدة" .

* ظروف الكشف المتداخلة من غياب مارييت عن منطقة الحفائر عند الكشف مع العدد الكبير من التماثيل المكتشفة وتراوحها فى الحالة والمستوى الفنى بجانب قصور عمليات التسجيل فى هذا الوقت أدى إلى تداخل وفقدان الكثير من المعلومات عن وقائع الكشف مع إمكانية التغاضى عن تسجيل التماثيل التى تعرضت للتلف بصورة كبيرة لتوجيه الأهتمام للتماثيل المميزة مثل تماثيل "رع نفر" .

* وجود تقليد وضع طرازين مختلفين من التماثيل بالمقابر فى مصر القديمة يمثلان صاحبهما فى الهيئة الرسمية والهيئة العادية مع عدم ضرورة تماثل الملامح فى هذين الطرازين .

* تمثال الشاب يمثل مقاييس الكمال فى هذا العصر لرجل فى الهيئة الرسمية بالأسلوب المتكامل مع تمثال "كاعبر" الذى يمثله فى الهيئة العادية ليعطوا معاً الشكلين اللذين مثلوا فى مقبرة "رع نفر" وجبانة دهشور وأسيوط ومير .

* المشكاة التى عثر بداخلها على تمثال "كاعبر" تحتل معظم الحائط مما يرجح إحتمال وجود أكثر من تمثال بداخلها .

* التشابة بين وضع التماثيل وتصميم مقبرتى "رع نفر" و "كاعبر" يرجح أحتمال التشابه فى عدد التماثيل أيضا .

* العالم الآثرى "بوخاردت" سجل فى كتالوج المتحف المصرى تمثال "الشاب" ثم "السيدة" ثم "كاعبر" مع أعطائهم أرقام متتابعة (٣٢-٣٣-٣٤ كتالوج) .

* تعرضت التماثيل الثلاثة للتلف الذى قضى على القاعدة والأرجل مع تشابه تمثال "الشاب" و "السيدة" فى نشر الجزء السفلى من الجسم بنفس الأسلوب .

* وجود العديد من نقاط التشابه فى أسلوب الصناعة المستخدم فى التماثيل الثلاثة . أما نقاط الأختلاف فيمكن أرجاعها إلى أختلاف حجم ونوعية الأخشاب المستخدمة فى التشكيل .

* بالرغم من أن الدراسة المقارنة للتماثيل الثلاثة من الوجهه الفنية والتشكيلية قد أكدت بالإضافة لوجود العديد من نقاط التشابه ، وجود بعض أوجة الاختلاف إلا أنه يمكن إرجاع معظم هذه الاختلافات إلى الاختلاف الكبير الذى كان متبعا ويراعى بين التماثيل التى تمثل المتوفى فى الهيئة العادية عنها فى الهئية الرسمية التى كانت تتبع قواعد وأسس ثابتة صارمة غير قابلة للتغير بعكس تماثيل الهيئة العادية التى تميزت بحرية التعبير والتشكيل مع الميل إلى الواقعية . كما يمكن إرجاع هذا الأختلاف أيضا إلى ما أكدته الدراسة المقارنة من أن الفنان الذى قام بتشكيل تمثال " الشاب" يختلف تماما عن الفنان الذى قام بتشكيل تمثال "كاعبر" وهو أمر كان شائعا فى مصر القديمة فالفنان الأول تقليدى مقلد أكثر منه مبتكر أما الثانى فمميز ، مبتكر على درجة كبيرة من البراعة الفنية والتشكيلية وإن كان ذلك لا يقلل من براعة الفنان الأول إذ أن تمثال الشاب يتميز بالجمال ودقة التشكيل فى حدود ما كان يصرح به فى مثل هذه النوعية من التماثيل .

ومما سبق نجد أن هناك العديد من الأدلة التى ترجح وجود تمثال أخر " لكاعبر" يمثله فى الهيئة الرسمية مع إمكانية أن يكون تمثال الشاب السابق (رقم " ٣٢ " كتالوج) هو هذا التمثال .

ثانياً: التســـجيل الأثـــرى ووصف الحـــالة

(أ) : تمثال "كاعبر" المسجل تحت رقم " ٣٤ " كتالوج :

١- الوصف الأثرى : [صوررقم (٥-٦-٧-٨)]

التمثال يمثل صاحبه فى سن متقدمة يقف الوقفة التقليدية فى مصر القديمة ، متقدما بالقدم اليسرى خطوة إلى الأمام رمزاً إلى نشاطه فى السعى ، قابضا باليد اليسرى الممتدة للأمام على العصا الطويلة ليعبر بها عن وجاهته وأهميته بينما يتدلى الذراع الأيمن بإمتداد الجسم لينتهى بيد كانت تقبض على إحدى علامات الشرف (ربما صولجان فى وضع أفقى – مفقود حاليا) . وهو يرتدى النقبه الطويلة التى تخفى الركبتين وتنتهى بطيه كبيرة على الجانب الأيمن ، ويظهر أعلى يسار الطيه بجزء نصف بيضاوى بارز يمثل نهاية عقدة تثبيت النقبه حول الجسم .

وقد أبدع الفنان فى التعبير عن واقعية الخصائص الشخصية "لشيخ البلد" فى السن المتقدمة مما ميزة عن غيره من تماثيل الدولة القديمة وجعله قطعة فريدة مميزة فى التعبير وروعة التشكيل ، فالوجه مستدير لحيم تغلب عليه علامات الهدوء ، ذو ذقن صغير لا تظهر بوضوح بسبب بدانة الوجه . والأنف صغير ذو خطوط مرنة وفتحتين عميقتين متقاربتين ، بينما الفم رقيق ذو شفتين قليلتى الأنفراج ، ترتسم عليهما إبتسامة خفيفة ، وقد تعمد الفنان زيادة تحديد خط الوسط بين الشفتين مع بساطة تحديد الحواف لزيادة الإحساس بالواقعية . أما العينان فمسلوبتان الشكل يحيطهما إطار من المعدن ينتهى بجزء ممتد عند الحافة الداخلية ، وهما مطعمتان بحجر أبيض معتم يمثل بياض العين تتوسطه قرنية شفافة تعكس الضوء مما يضفى على العين الإحساس بالحيوية ، بينما القزحية ذات لون رمادى مخضر يتوسطها جزء دائرى قاتم اللون يمثل الحدقة (إنسان العين) ، وقد تعمد الفنان فى هذا التمثال التعبير عن الجفن العلوى للعين بتشكيلة فى الخشب كخط غائر يعلو الإطار المعدنى . ويعلو العينين حاجبان مقوسان قصيران غير واضحى المعالم .

وقد مثل الفنان الشعر بالرليف البارز بحيث يبدو شديد القصر – ربما لسهولة وضع الباروكة علية – وهو مصفف للخلف مظهراً جبهه عريضة ومقصوص بحيث يعطى تأثير خطوط موجية فى شكل تعرجات أفقية تحيط بالرأس وتظهر الأذنين اللذين أهتم الفنان بإبرازها والتعبير عن تفاصيلهم بدقة ، وترتكز الرأس على عنق قصير يكتظ باللحم . ويلاحظ أن الرأس تميل قليلا إلى الأتجاة الأيسر .

أما الجسم فهو بدين ذو خطوط مرنة تعطى الإنطباع بالتقدم فى السن مع الوقار. فاللحم مكدس فوق الأكتاف وعلى جانبى الظهر فى شكل تجعدات جانبية ، والبطن منتفخة تبدأ من أسفل الصدر مما نتج عنة إختفاء الخصر . وقد زاد من واقعية تشكيل البطن تعمد الفنان تشكيل الحافة العليا للنقبة من الأمام أسفل البطن بينما شكلها من الخلف عند الخصر ، وهو الوضع الطبيعى فى حالة البدانة ، هذا بجانب أن النقبه فضفاضة من الأمام عند أتصالها بالساقين بينما تلتصق بالساقين تماما من الخلف . كما عبر عن "الخاصرة" بجزء غائر هلالى الشكل فى وسط البطن أعلى طية النقبه. أما حلمتى الصدر فمثلا على شكل جزء إسطوانى صغير مثبت فى وسط الصدر .

وبالرغم من إهتمام الفنان بتشكيل تفاصيل الوجه والشعر والتعبير عن بدانة الجسم ، إلا أنة لم يهتم بالتعبير عن تفاصيل الذراعين والساقين ، وربما يرجع ذلك لرغبة الفنان فى زيادة الإحساس بترهل الجسم ورفاهية صاحبه ووضعة الإجتماعى الذى جنبه الحاجه لبذل أى مجهود عضلى . والتمثال كان مغطى بطبقة من الجسو لإعطاء أرضية مستوية ناعمه مناسبة للتلوين ، حيث الجسم كان ملون باللون البنى الذى يميل للبرتقالى والشعر باللون الأسود .

ويتميز هذا التمثال بالبساطة الرائعه والإنسيابية الجذابة والواقعية التى يؤكدها الرأس ذو الشعر القصير والجسم البدين ، وهو ينتمى إلى مدرسة منف التى أمتازت بدقتها الظاهرة وصدق التمثيل والإتقان فى الصنعة حيث كانت تهتم بإعطاء التمثال الملامح الحقيقة للشخص الذى يمثله فى صورة أقرب إلى الطبيعة مع جمال التصوير والنحت وتناسب وروعة التشكيل.

المقاسات :

الطول	: ١١٤ سم (بدون القاعدة)
محيط الكتف	: ٨٤ سم
محيط الخصر	: ٦٩ سم
طول النقبة من الأمام	: ٣٦سم
طول النقبة من الخلف	: ٤٢ سم

٢- وصــف الحــالــة :

- التمثال مشكل من جزء مصمت من ساق شجرة كاملة القطر ، وقد تسبب ذلك فى وجود العديد من الشروخ معظمها فى الأتجاة الطولى ، وبعضى هذه الشروخ متسع عميق فى الأتجاه الشعاعى والبعض دقيق سطحى ، منها الطويل المتصل والقصير المتقطع . وقد أدى وجود هذا الكم الكبير من الشروخ المتنوعة والمنتشرة بجسم التمثال إلى أضعاف بنيته مع وجود أجزاء شبة منفصلة ، بجانب تشوه المنظر العام . [صور أرقام (٥-٦-٧-٨)] ، [أشكال أرقام (٤-٥-٦-٧)].
- بعض أجزاء من جسم التمثال تآكلت خلال فترة الدفن (كما هو مذكور فى تسجيل الحفائر)[1] وقد تم أستكمالها فى عمليات الترميم التى تمت بعد الكشف عن التمثال بإستخدام خشب حديث ، وذلك عند القدم اليسرى ومعظم الجزء الأمامى من الساق وكذا الجزء الأمامى من القدم اليمنى والقاعدة بجانب الخابور المربع الخاص بتثبيت لسان ساعد الذراع الأيسر بالعضد (شكل ٤-٦) .
- أتصال التمثال بالقدمين الحديثين غير ثابت بجانب وجود فراغات بينهم مما أدى إلى عدم ثبات التمثال وأهتزازة عند تعرضه للحركة .
- القاعدة الحديثة للتمثال لا يوجد بها الثقب المستدير الغائر الخاص بتثبيت العصا الطويلة التى يقبض عليها باليد اليسرى مما أدى إلى تحركها إلى جانب القدم اليسرى بدلاً من أمامها [صورة رقم(٧)].

---

[1] Capart, J.; Op. Cit. , p. 277 .

- سطح خشب التمثال بوجه عام ضعيف سهل التحول إلى مسحوق عند التعرض للأحتكاك خاصة فى الجزء الداخلى للنقبه بين الساقين وبالجانب الأيمن .

- تحول سطح الخشب فى بعض المواضع إلى طبقة ملساء هشة فاتحة اللون سهلة الانفصال ، وقد لوحظ فى المواضع التى أنفصلت فيها هذه الطبقة أن سطح الخشب أسفلها قاتم اللون يميل للسواد هش ويوجد على سطحه فى بعض الحالات ذرات من مسحوق أبيض اللون [صورة رقم ٩، ١٠] ، [أشكال رقم ٤-٥-٦-٧] .

- يوجد العديد من النقط الصغيرة ذات اللون الداكن ملتصقة بسطح الخشب فى أجزاء متفرقة بالتمثال خاصة بالوجه وعند طيه النقبه وكذا بالذراع الأيمن من الأمام ، ويرجح أن هذة النقط ناتجة عن أفرازات بعض الحشرات الطائرة مثل الذباب [صورة (رقم ١١)] .

- تسيلات من فضلات الطيور ذات اللون الأبيض توجد بصورة متفرقة بالشعر خاصة من الخلف وبقمة الرأس هذا بجانب وجود بقع قاتمة اللون فى أجزاء متفرقة بالتمثال خاصة بالرأس والصدر [صورة رقم (١٢)] .

- يلاحظ أن الذراعين الأيمن والأيسر مثبتين فى موضعهما بصورة غير جيدة مع القابلية للانفصال مما أدى إلى وجود فراغ بين خط أتصالهما بالأكتاف.

- الخابور ذو القطاع المستطيل الخاص بتأمين تثبيت لسان الذراع الأيمن بالجسم أصغر من الثقب الخاص به من الأمام وبدراسته أتضح أنة مثبت فى أتجاة عكس إذ أن الطرف الذى يمر من الأمام يظهر من الخلف والخاص بالخلف يظهر من الأمام ، وحيث أن الخابور مسلوب فى أتجاة الظهر ونتيجة لتثبيته بصورة عكسية أصبح الطرف الصغير هو الذى يظهر من الأمام .

- أتصال ساعد الذراع الأيسر بالعضد غير مثبت فى موضعة الصحيح ، بجانب وجود أجزاء مفقودة من العضد خاصة من الخارج ، كما يوجد جزء مفصول من الخشب عند موضع الأتصال من أسفل ومثبت فى ترميم سابق بصورة غير صحيحة . أما الخابور الحديث المستخدم لزيادة تثبيت لسان الساعد بالعضد فغير مناسب لحجم النقر الخاص بة . وقد أدى ذلك إلى تغير شكل وأبعاد موضع أتصال الساعد بالعضد . [صور رقم (١٣،١٤)] .

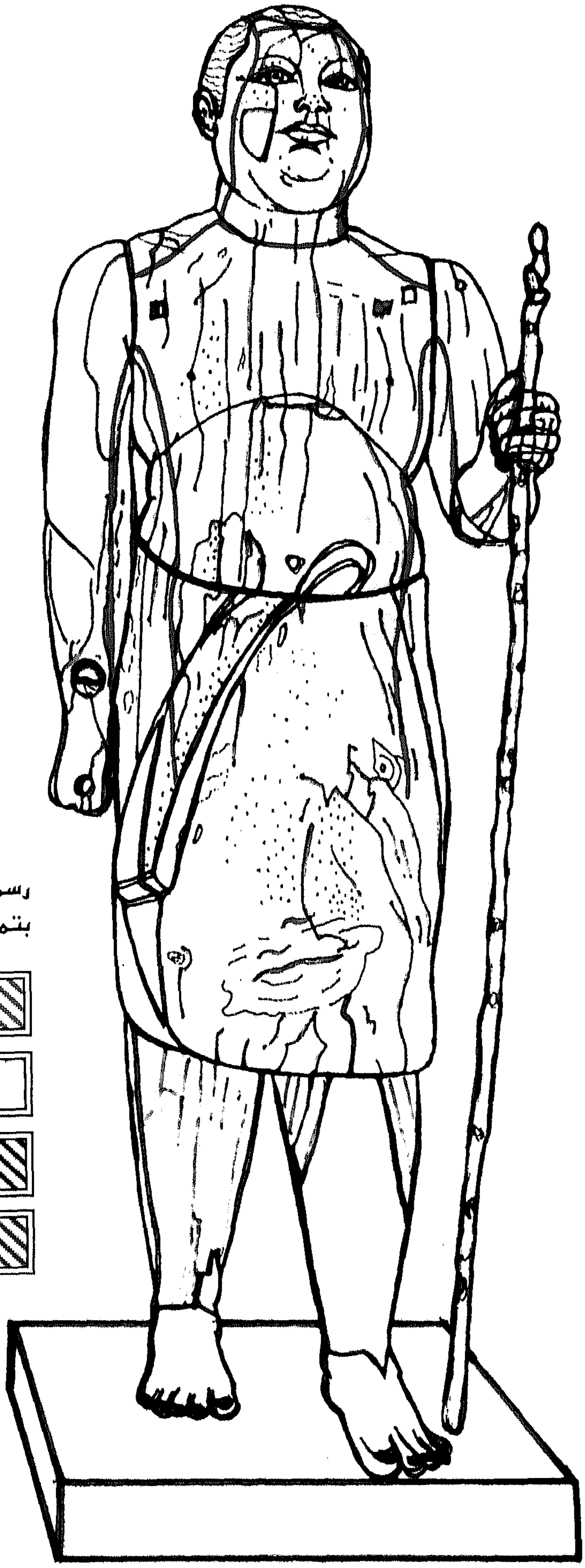
- الخشب عند اليد اليسرى فى حالة سيئة للغاية خاصة من الأمام ، حيث تحول للون القاتم المغطى بطبقة تميل للرمادى مع أنتشار العديد من الشروخ الدقيقة فى الأتجاة الطولى والعرضى وقد أدى ذلك إلى هشاشية الخشب مع حدوث أنفصالات فى الطبقة السطحية بجانب فقدان لبعض الأجزاء خاصة عند الأصابع من الأمام [صورة رقم(١٤)] .

- الجزء الخشبى المكمل للخد الأيمن متحرك عن موضعه تاركا فراغا عند خطوط أتصالة بالوجه فى الأتجاة الأيسر ، هذا بجانب أن حوافه ضعيفة ويوجد بها بعض الأنفصالات ويلاحظ وجود بقايا مادة قاتمة اللون فى الأتجاة الأيمن يحتمل أنها المادة اللاصقة التى إستخدمت للتثبيت. [صورة رقم (١٥)] [شكل رقم (٨)] .

- خطوط لحام الجزء الخشبى المضاف أعلى تطعيم العين اليسرى أتسعت ويرجع ذلك إلى حركة الخشب مع وجود تطعيم العين . [شكل رقم (٩)] .

- يوجد أعلى العين اليمنى جزء شبه مثلث متحرك وقابل للأنفصال عن موضعه [شكل رقم (٨)] .

- يوجد على الأطار المعدنى الذى يحيط بتطعيم العينين يوجد طبقة متماسكة من نواتج الصدأ معظمها خضراء اللون وبعضها بنى محمر .
- تطعيم العين اليمنى غير ثابت فى موضعه ويوجد أعتام وتغير فى لون القزحية ، وكذا توجد أتساخات وبقع تميل للون البنى المحمر على بياض كلا من العينين .
- يوجد بخشب التمثال مجموعة متنوعة من العقد الخشبية بعضها فى حالة معتدلة وبعضها من النوع الخبيث شبه المنفصل مما تسبب عنه أضعاف وتشويه المنطقة المحيطة بها .
- شبه انفصال فى الطبقة السطحية للخشب بالجانب الأيمن للجسم أسفل الذراع وعند الساق.
- بعض أجزاء من خشب التمثال متآكلة أو مفقودة خاصة عند الأذن اليسرى والبطن وفى أجزاء متفرقة بالساق اليمنى وعند خط أتصال الذراعين بالكتف وبالجانب الأيسر من الرأس وكذا الجزء البارز من حلمة الصدر اليمنى وأجزاء من اليد اليمنى.
- طبقة المعجون والألوان أختفت تماما ولم يتبقى منها إلا بقايا قليلة لمعجون يميل للاصفرار على أرضية من نسيج كتانى دقيق النسج، وبعضها ما زال عليه بقايا لون بنى يميل للبرتقالى (صورة رقم (١٦)).
- بعض أجزاء من سطح الخشب يميل لونها للبنى الزاهي ويرجع ذلك إلى وجود طبقة رقيقة كانت ملتصقة بها من الأرجح أنها من المعجون أو النسيج الحامل له ثم فقدت بصورة حديثة نسبيا تاركة خلفها سطح الخشب الذى ما زال محتفظا بلونة الأصلي مع بقايا قليلة من نسيج دقيق النسج. (صورة رقم (١٧)).
- التمثال مغطى بصورة شبه كاملة بطبقة رقيقة تميل للإعتام تزداد في بعض المواضع عن غيرها مما أدى إلى تحول لون الخشب اللون الباهت المبيض مسببا عدم وضوح بعض تفاصيله. (صور رقم ٥ ، ١٥) .
- يوجد على بعض أجزاء من سطح التمثال بصورة متفرقة غير منتظمة بقع من مادة معتمة شديدة البياض.(٥ – ٨ – ١٠).
- توجد بعض الخطوط الدقيقة قليلة العمق بالتمثال بوجه عام خاصة على جانبى الوجه وكذا بطول جانبى الجسم من الأمام والخلف وبطول الذراعين من الداخل ، وبصورة متفرقة تربط بين الخطوط السابقة [صور رقم(١٧ ، ١٨)] [أشكال رقم (٤ – ٥ – ٦ – ٧– ٨ – ٩)] .



شكل رقم (٤)

رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف بتمثال «كاعبر» من الأمام .

- مظاهر التلف .
- أجزاء الخشب المتحولة .
- الاستكمال الحديث .
- علامات القالب .

شكل رقم (٥)

رسم تخطيطى يوضح مظاهر التلف بالجانب الأيمن لتمثال «كاعبر» .

- مظـــاهـر التـــلــف .
- أجزاء الخشب المتحولة .
- الاستكمال الحـديث .
- علامـــات القـــالب .



شكل رقم (٦)

رسم تخطيطى يوضح مظاهر التلف بالجانب الأيسر لتمثال «كاعبر» .

- مظـاهـر التـلـف .
- أجزاء الخشب المتحولة .
- الاسـتكمال الحـديث .
- علامـات القـالب .





شكل رقم (٧)

رسم تخطيطى يوضح مظاهر التلف بتمثال «كاعبر» من الخلف .

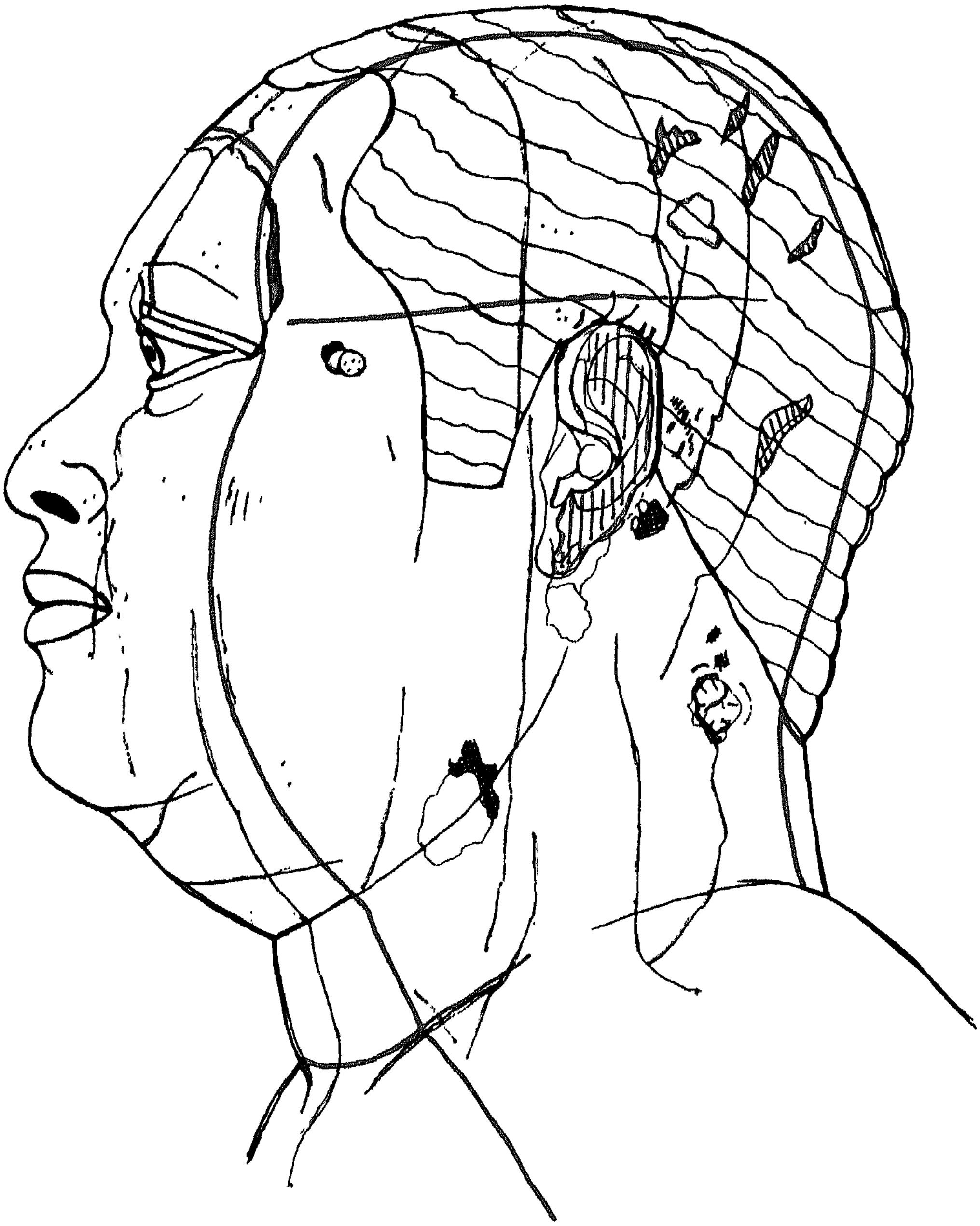
- مظاهر التلف .
- أجزاء الخشب المتحولة .
- الاستكمال الحديث .
- علامات القالب .



شكل رقم (٨)

رسم تخطيطى يوضح مظاهر التلف بوجه تمثال «كاعبر» من الأمام .

- مظاهر التلف .
- أجزاء الخشب المتحولة .
- الاستكمال الحديث .
- علامات القالب .



شكل رقم (٩)

رسم تخطيطى يوضح مظاهر التلف بالجانب الأيسر لوجه تمثال «كاعبر» .

مظـــاهـر التـــلــف .

أجزاء الخشب المتحولة .

الاســتكمال الحــديث .

علامـــات القـــالب .

(ب): تمثال الشاب المسجل تحت رقم " ٣٢ " كتالوج " – " ١٠١٧٧ JE " سجل عام

١ – الوصف الأثرى: [صور رقم ١٩–٢٠–٢١–٢٢]

التمثال يمثل صاحبة فى الهيئة الرسمية فى الصورة المثالية لهذا العصر ، يفيض قوة وشبابا ، واقفا الوقفة التقليدية مقدما القدم اليسرى خطوة للأمام وقابضا بيده اليسرى على العصا الطويلة مفقودة حاليا – بينما يتدلى زراعة الأيمن بجانب الجسم (ربما كان يقبض على أحدى علامات الشرف) وهو ينظر الى الأمام فى هدوء وحزم وثقة. وقد مثلة الفنان مرتديا الشعر المستعار الأسود القصير شبه الدائرى الذى يحيط بالوجه فى خطوط لينه مغطيا الأذنين، والمقسم إلي تجعيدات صغيرة فى صفوف عرضية شكلت بعناية ودقة وهو يعتبر من مميزات هذا العصر. والنقبه الرسمية القصيرة الضيقة ذات الثنيات المائلة بالجانب الأيمن ، والتى يحدها من أعلى حزام وسط ذو عقدة من الأمام أهتم الفنان بتشكيل تفاصيلها بصورة مبسطة . ويمر جزء صغيرة من النقبه أسفل الحزام ليظهر أعلى يسار العقدة السابقة على شكل جزء شبه مستطيل مقسم بكسرات عرضية دقيقة . ويحيط بالعنق متدليا على الصدر ، صدرية ملونة مقسمة الى خمسة صفوف دائرية ، ثلاثة منها مقسمين بالتبادل بخطوط عرضية صغيرة

اما ملامح الوجه فقد أجاد الفنان تمثيلها فى الشكل المثالى لرجل فى أوائل سن الرجولة ممتلئا صحة وقوة ، فالوجه جميل الملامح يميل للطول ذو وجنتين قليلتى الأمتلاء وذقن بارزة صغيرة بينما الأنف فطويل ذو فتحتين متسعين متباعدين فى الأتجاه المائل (وضع الشهيق) مما يعطى الإحساس بالقوة . والفم جاد كبير ، يميل للأمتلاء ، شديد التحديد بخطوط شبه مستقيمة أما العينين فمتقاربتين تميلان للأتساع فى شكل أنسيابى ، وقد لجأ الفنان لزيادة حيوية الوجه إلى تطعيم الأعين ، فالجفون من المعدن وبياض العين من حجر أبيض معتم أما القرنية فشفافة والقزحية ذات لون رمادى مزرق بينما تظهر الحدقة كجزء دائرى قاتم اللون وسط القزحية ، وقد أضاف التطعيم الى الأعين نظرة قوية حادة . ويعلوا العينين فى تشكيل بارز واضح المعالم حاجبان كثيفان ذى نهاية خارجية طويلة مسلوبة تنتهى بحافة حادة بالقرب من الشعر المستعار ، وهما ملونان باللون الأسود .

كما عمد الفنان الى تمثيل الجسم نحيفا طويلا متناسقا ذو خصر نحيل وكتفين يميلان للعرض بدون أمتلاء ، مع الأهتمام بتشكيل التفاصيل التى تعطى الأحساس بالشباب والقوة مثل عضلات الصدر التى يتوسطها جزء أسطوانى بارز يمثل الحلمة ، وعضلات الذراعين بجانب تمثيل عظام الترقوة وأتصالها مع عضلات الرقبة وعضلات البطن التى يتوسطها جزء مشكل على شكل نصف دائرى يمثل " الخاصرة " ، وكذا تفاصيل عضلات الكتفين من الظهر . كما أولى عناية خاصة بتشكيل تفاصيل اليد اليسرى المنقبضة بشدة على فراغ يثبت بداخلة العصا الطويلة . والتمثال كان ملونا على أرضية من المعجون البنى المحمر .

المقاسات :–

الطول الكلى الحالى	: ٦٩ سم
محيط الصدر	: ٦٤ سم
محيط الخصر	: ٤٩,٥ سم
محيط الحزام	: ٥٦ سم
محيط خط النشر	: ٦١ سم

٢ - وصف الحالة :-

[أشكال أرقام (١٠ ، ١١ ، ١٢ ، ١٣)]

- لم يتبق من التمثال إلا النصف العلوى فقط إذا أنه منشور بصورة منتظمة عند حوالى منتصف النقبه ، كما أن الذراع الأيمن منشور عند نفس المستوى تقريبا . وتظهر علامات المنشار المستخدم بصورة واضحة بسطح القطاع العرضى المنشور سواء بالجسم أو الذراع ، ويلاحظ أن معظم سطح الخشب فى هذه القطاعات قد أصبح ذا لون قاتم . كما تظهر أثار تآكل حشرى شديد متغلغل فى كلا القطاعين خاصة فى الجسم [صور رقم(٢٣-٢٤)]

- خشب التمثال بصورة عامة ذو لون طبيعى بنى قاتم يميل للسواد ، إلا أن بعض أجزاء محدوة بالتمثال ذات لون بنى محمر فاتح . ويلاحظ وجود تأكل فى بعض هذه الأجزاء بعضها سطحى فالبعض عميق متغلغل داخل سمك الخشب خاصة عند ثنيه الذراع الأيسر من الخارج ، ويوجد فى بعض هذه التآكلات ممرات ناتجة عن وجود حشرى [صورة رقم (٢٥)] .

- سطح الخشب مغطى بطبقة رقيقة معتمة أدت الى بهتان لونه الطبيعى بجانب وجود بعض بقع من طلاء حديث .

- الذراع الأيمن المشكل بصورة منفصلة ساقط عن موضعه مما أدى إلى وجود فراغ بين خطوط أتصالة بالجسم كما توجد طبقة من مادة قاتمة اللون فى المنطقة المحيطة بخابور تثبيت اللسان بالذراع من الأمام ، كذا توجد أثار سيلان من نفس المادة بطول الذراع من الخلف مما أدى الى تغير لون الخشب [صورة رقم (٢٦)] .

- يوجد جزء مستطيل الشكل من الخشب مفقود عند خط أتصال الذراع الأيسر بالجسم من الأمام ومن الواضح أنه كان مستكملا بجزء خشبى مضاف . ويلاحظ وجود بقايا مادة قائمة اللون تميل للمعان ملتصقة بالسطح [صورة رقم (٢٧)] .

- الخوابير الخشبية المربعه القطاع التى تساعد على زيادة تثبيت الألسن العيرة بكل من الأذرع والجسم ، ضعيفة ومفتتة الى أكثر من جزء ، هذا بجانب أن حوالى نصف الخابور الخاص بالذراع الأيمن مفقود من أتجاة الظهر ، كما يوجد جزء مفقود من سطح الخشب أسفل خابور تثبيت لسان الذراع الأيسر من الظهر .

- يوجد فراغ كبير (أقصى طول ٦,٤٥ سم أقصى عرض ٣,٦سم أقصى عمق ٥,٩سم) بالجانب الأيسر للوجه بجوار تطعيم العين اليسرى ، ومن الواضح أنه عيب طبيعى فى كتلة الخشب المستخدمة تم أستكمالة قديما بجزء خشبى مضاف إلا أن هذا الجزء أنفصل عن موضعة مع تساقط المعجون الذى كان يحيط به ، وحجم هذا الفراغ أكبر من حجم الجزء الخشبى المكمل له والذى من الواضح أنه تعرض للإلتفات مما أدى الى التغير فى شكلة . [صورة رقم (٢٨)، شكل رقم (١٤)] .

- يسار قمة الرأس ، أعلى الفراغ السابق يوجد فراغ أخر متصلا به من الداخل وهو مستكمل بخشب مضاف مكون من جزء كبير وجزئين صغيرين ، وحوالى نصف هذين الجزئين مفقود . ويمكن رؤية نهايات هذه الأجزاء التى ما زالت فى موضعها من داخل الفراغ السابق [صورة رقم (٢٩)] .

- يوجد العديد من الشروخ الطولية فى أماكن متفرقة بالتمثال بعضها سطحى دقيق وبعضها متسع عميق مما تسبب عنه تغير فى أبعاد التمثال فى بعض المواضع .

- يوجد فراغ مستدير بالجانب الأيسر للشعر المستعار من الخلف ناتج عن إنفصال عقدة طبيعية بالخشب (قطر ٨ مم) . كما أن الطبقة السطحية للخشب بجوار هذه العقدة مفقود جزء منها [صورة رقم (٣٠)] .

- الطبقة السطحية للخشب فى الجزء الأوسط من خلف الشعر المستعار أعلى يمين العقدة السابقة مفقودة ويوجد بها أثار تآكل حشرى كما يمر بها وبالمنطقة المحيطة بعض الشروخ الدقيقة.

- يوجد العديد من مظاهر الأصابة الحشرية بالتمثال من تآكل فى الطبقة السطحية للخشب فى أجزاء متفرقة حول خط القطع بالجسم وباليد اليمنى وبالرأس مع تواجد العديد من الثقوب الصغيرة ذات القطاع المستدير هذا بجانب تآكل شديد عند الجانب الأيمن لخط القطع يؤدى الى أنفاق متغلغلة داخل كتلة التمثال حيث يصل طول بعضها إلى أكثر من ٣٦ سم وبعضها يصل حتى العنق . وهى متعرجة وغير منتظمة ، وقد عثر بداخلها على كميات كبيرة من التربة المتماسكة سهلة التساقط . وقد تسببت هذه الأنفاق فى وجود فراغ كبير وعميق داخل كتلة التمثال. [صورة رقم (٢٣)] .

- التمثال كان ملونا على أرضية تحضير من معجون ذو لون بنى محمر ، ومعظم طبقة المعجون والألوان أختفت ولم يتبقى منها إلا بقايا قليلة من اللون الأسود بالشعر المستعار وأجزاء صغيرة من اللون البنى المحمر المستخدم لتلوين الجسم بالجانب الأيمن للعنق . [صور رقم (٣١ – ٣٢) [وبقايا معجون فى أجزاء متفرقة ومعظم هذه البقايا ضعيفة قابلة للانفصال.

- الطبقة الرقيقة المزخرفة للصدرية غير واضحة المعالم، وجزء كبيرة منها مفقود خاصة بالجانب الأيسر والظهر، وما تبقى منها هش سهل الانفصال عن سطح الخشب ويلاحظ وجود طبقة رقيقة من معجون بنى محمر أسفلها. [صورة رقم (٣٣)].



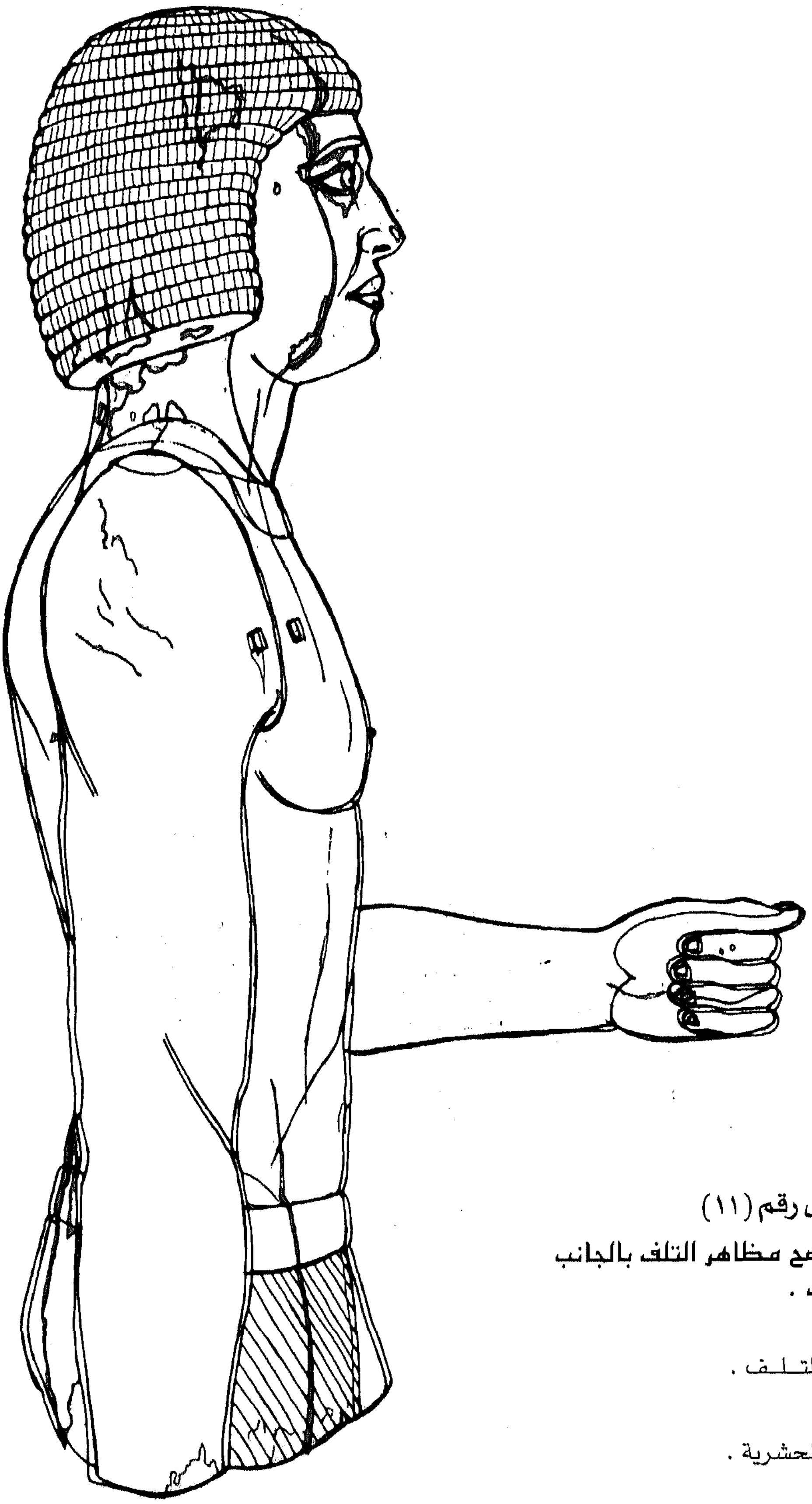
شكل رقم (١٠)

رسم تخطيطى يوضح مظاهر التلف بتمثال الشاب من الأمام .

مظـاهـر التـلـف .

الإصـابات الحشرية .

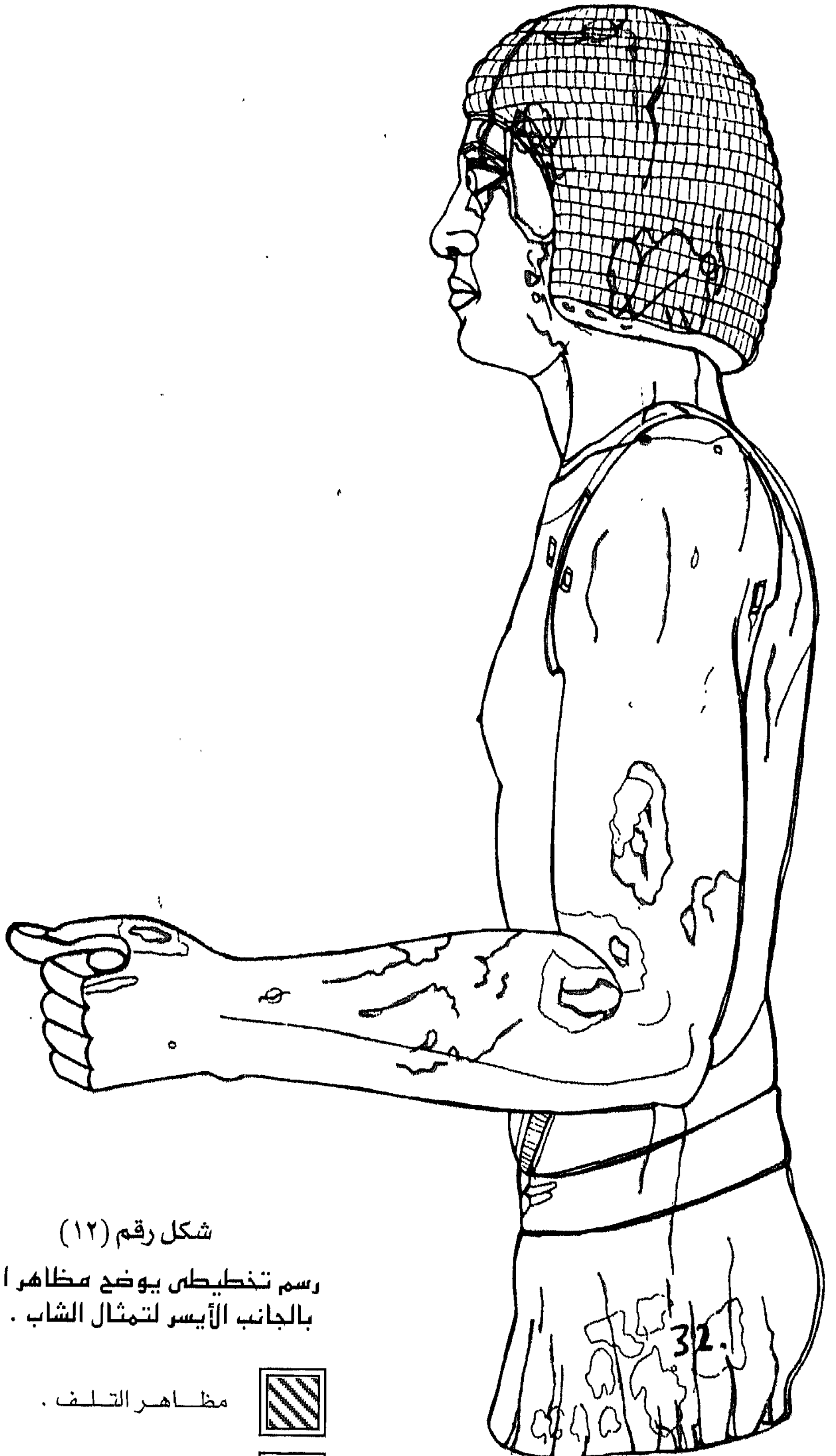
بقايا المعجون القديم .



شكل رقم (١١)

رسم تخطيطى يوضح مظاهر التلف بالجانب الأيمن لتمثال الشاب .

- مظاهر التلف .
- الإصابات الحشرية .
- بقايا المعجون القديم .



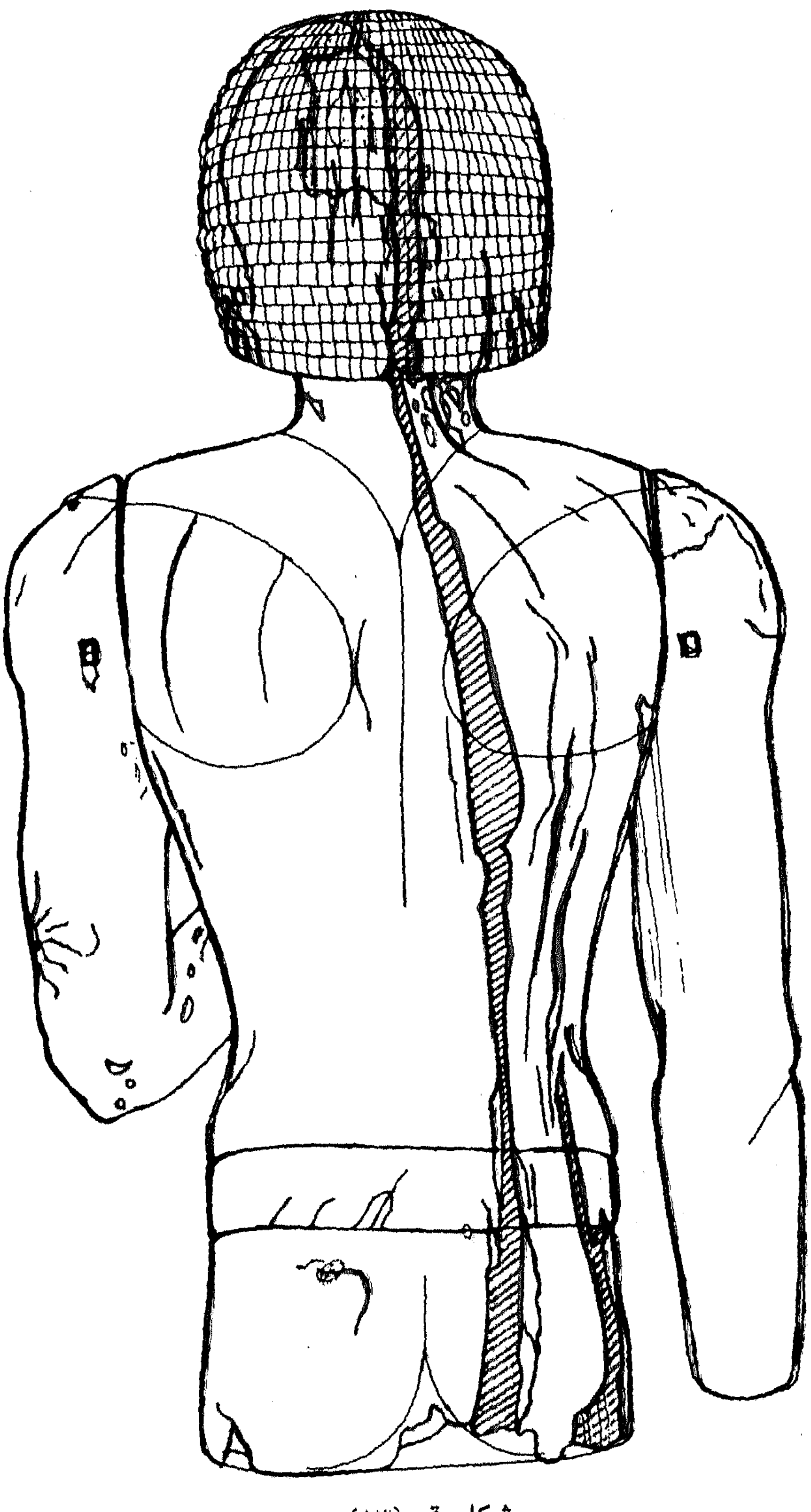
شكل رقم (١٢)

رسم تخطيطى يوضح مظاهر التلف بالجانب الأيسر لتمثال الشاب .

مظـاهـر التـلـف .

الإصـابات الحشرية .

بقايا المعجون القديم .



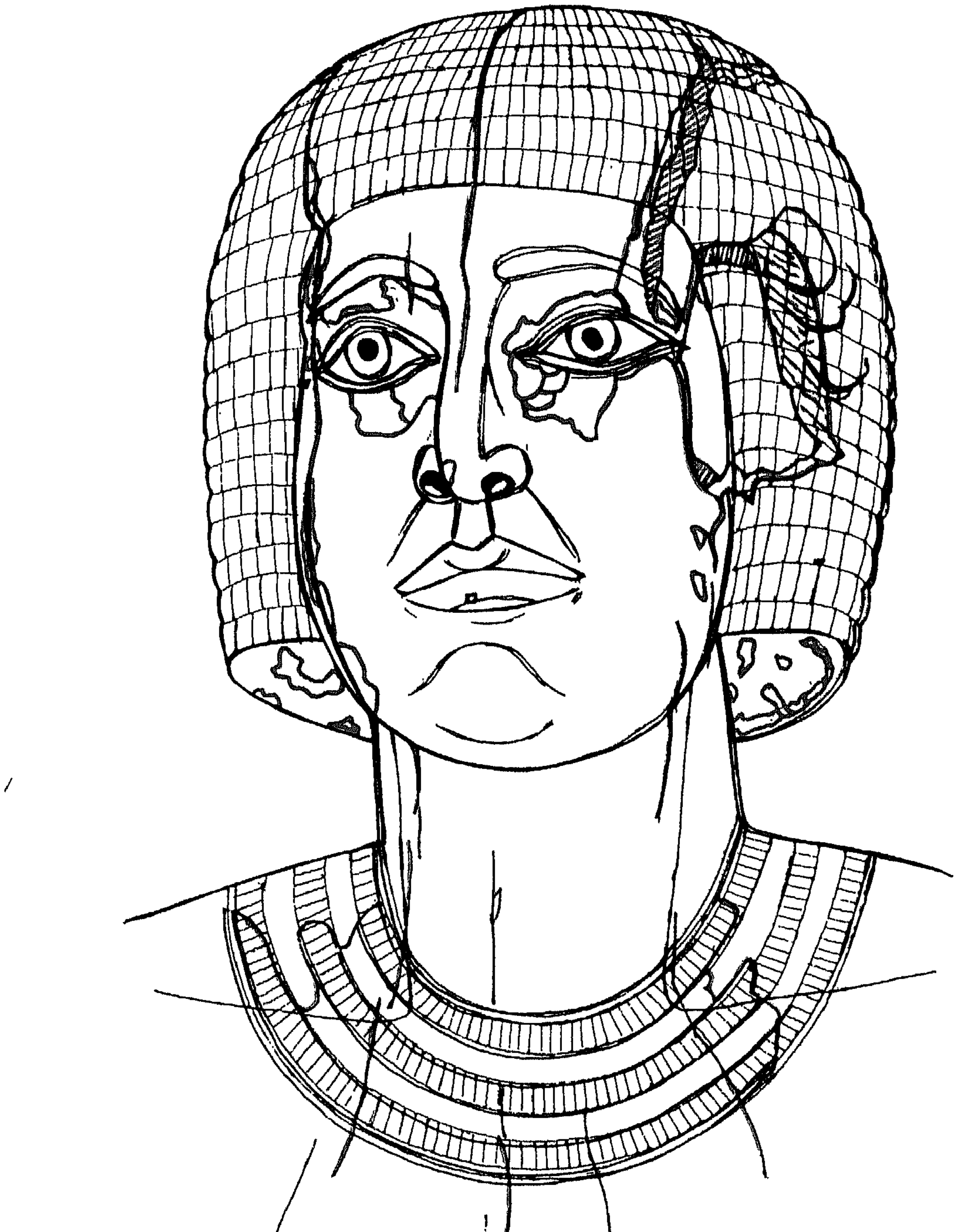
شكل رقم (١٣)

رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف بتمثال الشاب من الخلف .

مظاهر التلف .

الإصابات الحشرية .

بقايا المعجون القديم .



شكل رقم (١٤)

رسم تخطيطى يوضح مظاهر التلف بوجه تمثال الشاب .

مظـاهـر التـلـف .

الإصـابات الحشرية .

بقايا المعجون القديم .

(حـ): تمثال السيدة التى يطلق عليها زوجة شيخ البلد " والمسجلة تحت رقم " ٣٣ " كتالوج

١ - الوصف الأثرى: [صور رقم (٣٤-٣٥-٣٦-٣٧)]

يمثل سيدة فى ريعان الشباب ، ذات ملامح بسيطة قوية ووجه مليح وجسد أنثوى معبر يميل للإمتلاء بالمقارنة بتماثيل النساء الخشبية التى ترجع إلى هذا العصر . وهى ترتدى رداء طويلا يحيط بالجسم وينتهى بقصة أسفل الصدر مثبت بها حمالات عريضة من أسفل وتقل فى العرض فى أتجاة الكتفين لتعطى فتحة صدر وظهر مثلثة . والحمالات مشكلة فى نقش بارز خفيف أما خط الرداء أسفل الصدر فيظهر على شكل خط غائر . والرداء يلتصق بالجسم مظهراً تفاصيله فى خطوط رشيقة واضحة تتميز بالمرونة خاصة الصدر الذى إهتم الفنان بإظهاره أسفل الرداء .

ويتدلى على العدد حول الرقبة صدرية نصف دائرية قليلة البروز ذات لون بنى محمر مقسمة الى ثلاثة صفوف بخطوط سوداء يتدلى من نهاية طرفيها عند وسط الظهر ثقل ناقوسى الشكل محدد باللون الأسود كان يستخدم لحفظ الصدرية مفرودة على الصدر كذا يحيط بالعنق شريط ذو لون فاتح محدد باللون الأسود .

وهى ترتدى شعراً مستعاراً كثيف ملون باللون الأسود يحيط بالوجه بنعومة مغطيا كلاً من الأذنين ، ويتسع فى العرض عند الأطراف وهو ذو طول متوسط يعلو الكتفين ، ويلاحظ أنه أشد قصرا من الأمام عن الخلف . وهذا النوع من الشعر المستعار ذو الفرق الأوسط، المقسم إلى خصلات بتقسيمات عمودية تبدأ من فرق المنتصف لتنسدل على جانبى الوجه بأنسيابيه وتنتهى عند الأطراف بصفين من التجعيدات الصغيرة، استخدم بكثرة فى تماثيل النساء خلال الدولة القديمة.

أما ملامح الوجه فهى غاية فى البساطة والجمال، حيث اهتم الفنان بتمثيلها وأجاد التعبير عنها. فالوجه مستدير يميل للامتلاء والعينان لوزيتان متباعدتان تنظران إلى الأمام بثقة وأعتداد زادهما وضوحاً التحديد بخطوط غائرة، يعلوهما حاجبان كثيفان طويلان يكاد أن يصلا إلى جانبى الشعر. أما الأنف فمحدد يميل للإمتلاء عند القاعدة ذات الفتحتين المتقاربتين. والفم رقيق واضح يميل للإمتلاء ترتسم عليه ابتسامة هادئة تعطى الإحساس بالاعتداد بالنفس. وتدل ملامح الوجه على أن صاحبتها ذات شخصية قوية أهلتها لتكون ذات مكانة مميزة بجانب زوجها ، فهى تتميز بالبساطة والرقة وفى نفس الوقت بالقوة والثقة. ويثبت هذا التمثال أن مثالى هذا العصر لم يكونوا واقعين أكفاء فحسب ، وأنما كانوا يتمتعون فوق ذلك بإحساس مرهف بالرشاقة وجمال الأشكال والقدرة على التعبير عن السمات البارزة الداخلية للشخصية .

والتمثال بوجه عام يتشابة مع تماثيل النساء الخشبية التى سبق ذكرها فى الباب الأول والتى ترجع إلى هذا العصر وذلك فى السمات العامة وبالتالى فى وضع الوقوف الشائع مع ضم القدمين وتدلى الذراعين بكفين مبسوطين على جانبى الجسم ، وأن كان يتميز عن البعض من هذه التماثيل بالأمتلاء مع التناسق فى النسب مما جعله وحدة واحدة متجانسة متناغمة تعطى إحساس بالإنسجام والتكامل للعين .

المقاسات :-

الطول الكلى الحالى	:	٦٠ سم
محيط الصدر	:	٧٣ سم
محيط الخصر	:	٥٢ سم
محيط خط النشر	:	٦٥ سم

٢ – وصف الحالة : -

[اشكال أرقام (١٥) (١٦) (١٧) (١٨)]

- التمثال مشكل فى كتلة مصمتة من الخشب لم يتبق منها إلا النصف العلوى فقط إذ أنه منشور بصورة منتظمة عند خط إتصال الفخدين بالجسم ، وتظهر علامات المنشار المستخدم واضحة فى القطاع العرضى للنشر . كذلك يوجد على سطح هذا القطاع تسيلات وبقع من مادة بيضاء معتمة. ويلاحظ أن معظم سطح الخشب فى هذا القطاع قد أصبح ذو لون قاتم كما تظهر أثار تآكل حشرى بصورة متفرقة فى هذا القطاع [صورة رقم(٣٨)]
- الذراعان مفقودان ولم يتبقى ما يدل على وجودهما إلا نقر مستطيل فى موضع تثبيتهم بالجسم [مقاسات النقر الأيمن : ٦x ٢,٣ x ٥ سم عمق – الأيسر : ٦,٢ × ٢,٢ × ٥ سم عمق] [صور رقم(٣٥-٣٦)] .
- معظم سطح التمثال مغطى بطبقة بيضاء معتمة متماسكة ذات سمك متفاوت تغطى التفاصيل بصورة كاملة فى بعض المواضع بينما تظهر ما بأسفلها فى مواضع اخرى ، وقد أدى ذلك إلى تشوه المنظر العام للتمثال وطمس جزء كبير من معالمه . ويلاحظ أن هذه الطبقة توجد فوق ما تبقى من الألوان والمعجون بالتمثال ، كما أنها تلتصق بسطحى الشروخ الموجودة بالتمثال وكذا بسطح الخشب فى الأماكن التى تعرضت لفقد أجزاء منها سواء بسبب الإصابة الحشرية أو بسبب إنفصال جزء من سطح الخشب . [صور رقم (٣٩-٤٠ – ٤١ – ٤٢)] .
- توجد بقايا مادة بيضاء متماسكة ومتداخلة داخل الفرغات وخطوط التفاصيل العميقة بالتمثال.
- يوجد بالتمثال العديد من الشروخ المختلفة السمك والطول والعمق ، بعضها ساهم فى إضعاف بنيه التمثال خاصة المتسع العميق .
- اجزاء متفرقة من سطح الخشب مفقودة أو مكشوطة خاصة عند قاعدة الأنف والحاجب الأيمن دفئ أجزاء متفرقة من الشعر المستعار وأقصى يمين العنق وأسفل الذقن وكذا أعلى يمين الظهر.
- حلمة الصدر اليمنى مفقودة ويوجد فى موضعها ثقب دائرى ذو قطر ٧مم وعمق ١,٧سم .
- جزء مستطيل القطاع من الخشب مفقود من الحافة السفلى للتمثال أقصى يمين الظهر .[أقصى طول ٧ سم – أقصى عرض ٢ سم – أقصى عمق ٢,٢ سم] [صورة رقم (٣٧)
- الجزء المكمل للجانب الأيمن للبطن مفقود [صورة رقم(٣٤)] .
- بالرغم من ثقل وزن خشب التمثال إلا أن الطبقة السطحية ضعيفة فى معظم الأجزاء .

- يوجد بخشب التمثال العديد من العقد الطبيعية بعضها يمثل نقط ضعف وتشويه إما نتيجة لإنفصالها عن موضعها تاركة فجوة خلفها أو بسبب تأكل أجزاء منها .

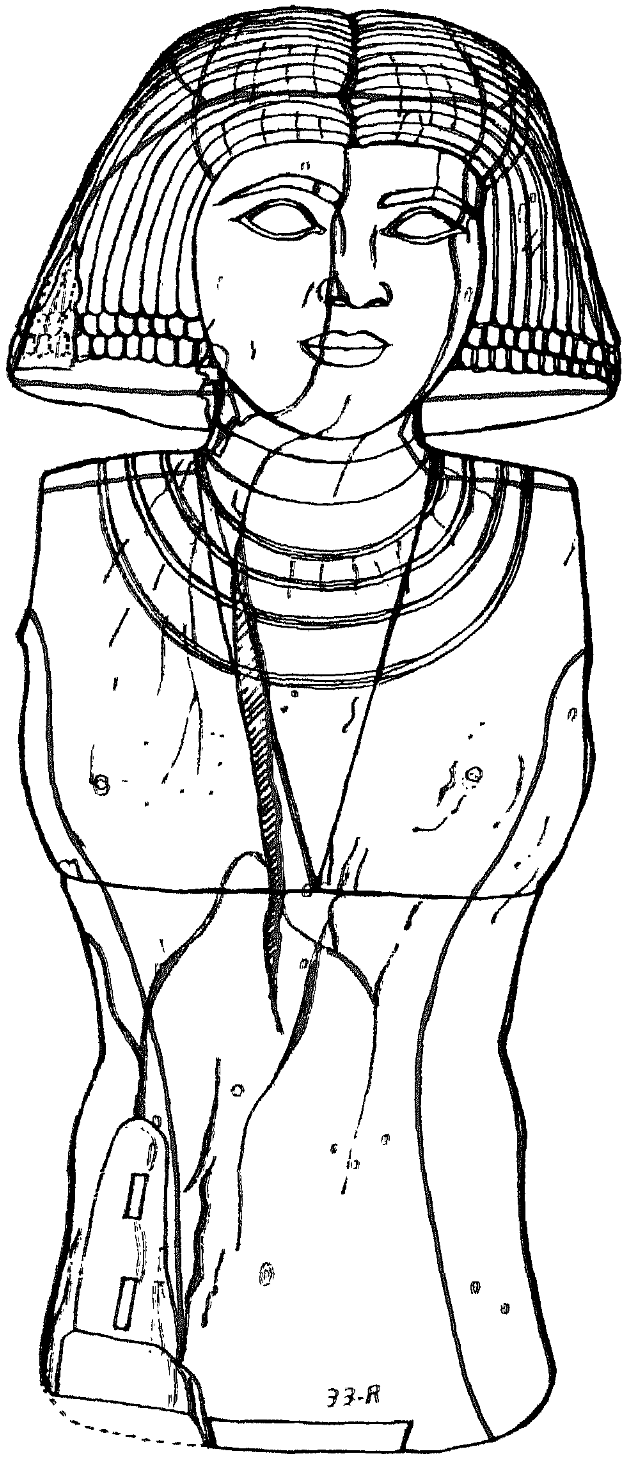
- يوجد بالتمثال العديد من الدلائل والمظاهر على التعرض للإصابات الحشرية ، تتمثل فى مجموعة من الثقوب شبه المستديرة ذات المقاسات المختلفة والتى يظهر بعضها من الخارج أكبر من الداخل ، ويوجد داخل بعض هذه الثقوب بودرة ذات لون بنى محمر . كما يوجد العديد من التآكلات والأنفاق الحشرية [صور رقم(٣٨-٣٩)].

- يوجد بطول جسم التمثال أربعة خطوط دقيقة غائرة غير منتظمة اثنان منهما على جانبى الجسم من الأمام واثنان على جانبى الجسم من الظهر ، ويلاحظ أن هذه الخطوط ممتلئه بمادة بيضاء كذلك توجد بعض الخطوط المتشابهة أحدها بعرض النصف العلوى للظهر وإثنان بعرض الكتفين من الأمام كما توجد بعض الخطوط المتماثلة فى الجزء الخلفى وحول قمة الرأس وعند موضع إتصال الذراع بالجسم [صورة رقم(٤٢)].

- رقم تسجيل التمثال مكتوب بطلاء أحمر حديث بالقرب من الحافة السفلى للتمثال فى الجانب الأيسر وكذلك بمنتصف البطن من الأمام . كما يوجد تسيل من نفس الطلاء عند الحافة العليا للرداء بالجانب الأيمن للجسم .

- بعض أماكن من سطح الخشب تميل للون القاتم خاصة حول الشروخ بالصدر والظهر وعند الخصر بالجانب الأيسر للتمثال وفى منطقة الصدرين .

* معظم طبقات اللون تلاشت ولم يتبق منها إلا بقايا قليلة من اللون الأسود فى أجزاء متفرقة بالشعر المستعار [صورة رقم(٤٣)] وأجزاء من معجون بنى محمر بالصدرية وشريط العنق بجانب قطعة صغيرة من معجون بنى محمر ملون سطحها بلون قاتم بالجزء الداخلى أسفل الخد الأيسر .



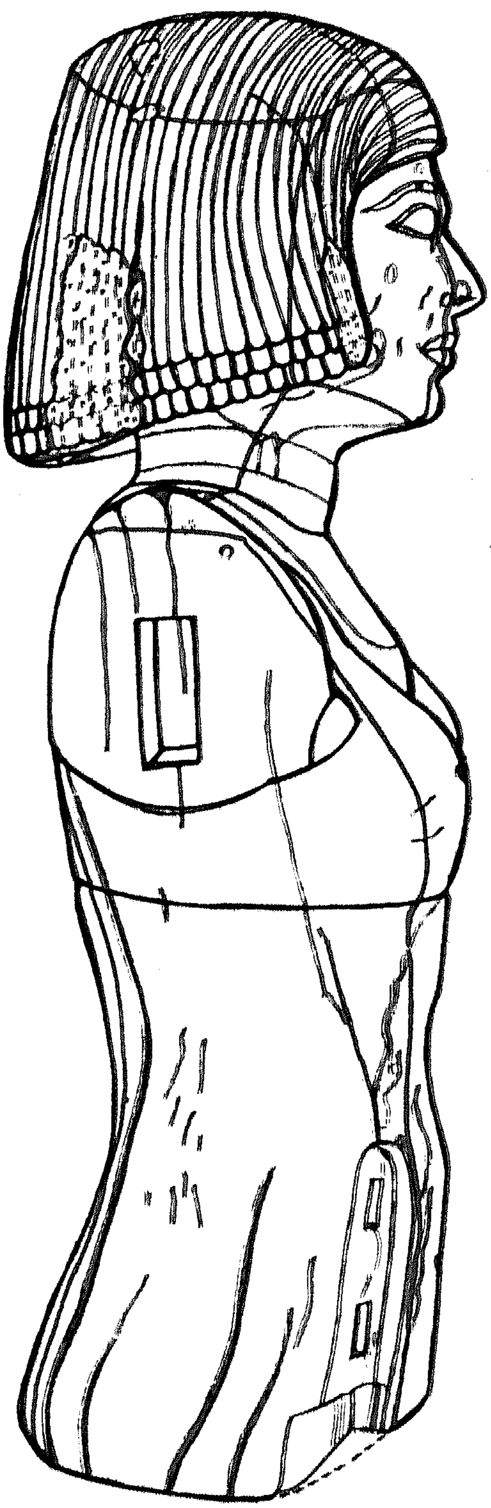
شكل رقم (١٥)

رسم تخطيطى يوضح مظاهر التلف بتمثال «زوجة شيخ البلد» من الأمام .

مظـــاهـر التلـف .

الإصابات الحشرية .

علامـات القالـب .



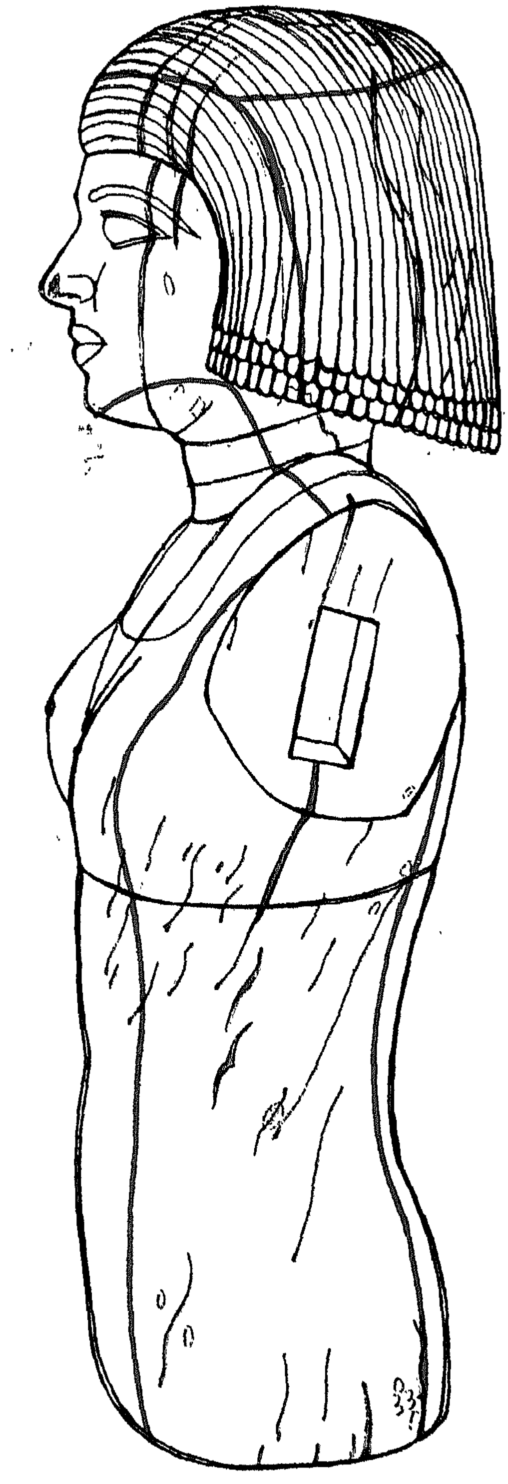
شكل رقم (١٦)

رسم تخطيطى يوضح مظاهر التلف بالجانب الأيمن لتمثال «زوجة شيخ البلد» .

مظاهر التلف .

الإصابات الحشرية .

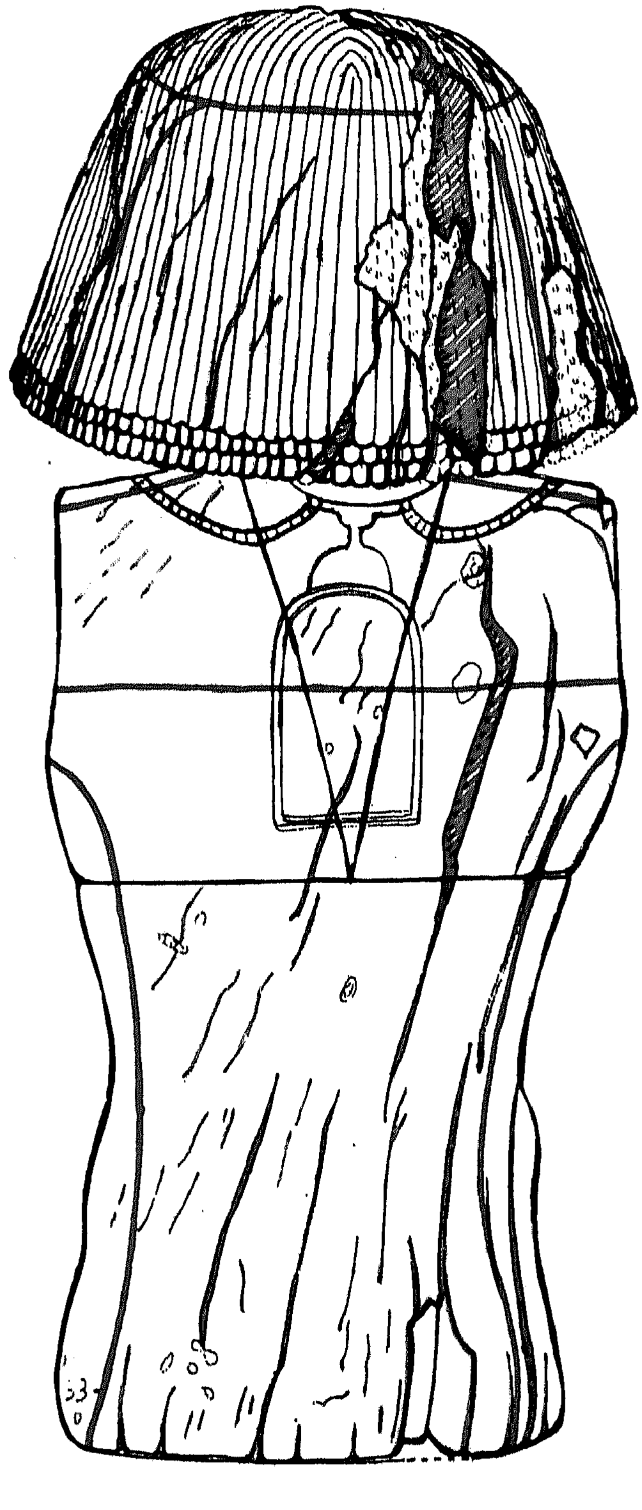
علامات القالب .



شكل رقم (١٧)

رسم تخطيطى يوضح مظاهر التلف بالجانب الأيسر لتمثال «زوجة شيخ البلد» .





شكل رقم (١٨)

رسم تخطيطي يوضح مظاهر التلف بتمثال «زوجة شيخ البلد» من الخلف .

مظـاهـر التـلـف .

الإصـابات الحشرية .

عـلامـات القالـب .

الباب الثانى

الفحوص و الدراسات التحليلية العلمية للتماثيل الخشبية المختارة

الدراســة التحليلية والعلمية

تنقسم الدراسة العلمية التى أجريت على التماثيل الخشبية المختارة إلى ثلاثة أقسام رئيسية الأول يشمل نتائج التحاليل التى أجريت للتعرف على طبيعية ونوعية المواد المستخدمة فى صناعة التماثيل، والمواد التى تتصل بصورة مباشرة بمظاهر التلف. أما القسم الثانى فيشمل الدراسات العلمية والأثرية التي أجريت للتعرف على أسلوب الصناعة الذي استخدام سواء في التشكيل أو الزخرفة. بينما القسم الثالث لهذه الدراسة العلمية فيشمل الدراسات التي أجريت للتوصل إلى الأسباب والعوامل التي أدت إلى تعرض التماثيل للتلف والتدهور مما أدى بها إلى حالتها الراهنة.

أ] التحاليل التي أجريت على عينات التماثيل الثلاثة:-

للتعرف على مكونات العينات التي تم أخذها من التماثيل الثلاثة استخدمت أكثر من وسيلة حسب طبيعة العينة المراد التعرف على مكوناتها. ففي حالة طبقات المعجون والألوان ونواتج الصدأ استخدمت طريقة حيود الأشعة السينية X - Ray diffraction Method (١)

والأشعة السينية عبارة عن أشعة كهرومغناطيسية عالية التردد لها نفس طبيعة الضوء وهى ذات طول موجي قصير وتقع فى المنطقة بين أشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية بالنسبة للطيف الكهرومغناطيسى. والوحدة المستخدمة في القياس في هذه المنطقة هي الأنجستروم Angstrom °A (٢) حيث تتراوح أطوال الأشعة السينية المستخدمة في دراسة المواد من ٠,٥ : ٢,٥ أنجستروم (٣). وفى هذا التحليل يتم صحن العينة إلى مسحوق دقيق الحبيبات يوضع على حامل مسطح في مستوى دائرة الانعكاس بمركز " الدفراكتوميتر " وهو جهاز التحليل المستخدم والذي يسمح بمرور الأشعة السينية لتسقط في أتجاه عمودى على محوره ، حيث تتكسر الأشعة السينية بواسطة الأسطح الذرية المتوازية للبناء البللورى للمواد المتبلورة طبقا لقانون " براج"

$$n\,l = 2d\,(hKL)\,\sin O$$

حيث :

= طول موجة الأشعة السينية المستخدمة

n = عدد تكاملى يساوى ١ ، ٢ ، ٣ ، ....

d(hKl) = المسافة البينية للمسطحات العاكسة .

O = زاوية براج أو زاوية السقوط والأنعكاس

ويتم تسجيل الأشعة المنعكسة تسجيلا أليا بوسطة جهاز " الدفراكتوميتر " X-Ray differactometer ويكون التسجيل فى شكل رسم بيانى لشدة الأنعكاسات المسجلة مقارنة بزاوية الأنعكاس لكل الأنعكاسات التى أعطتها الأسطح الذرية للبناء البلورى للمادة ، ويسمى هذا التسجيل نمط حيود الأشعة السينية X-Ray Defferaction Pattern . وهو يعتبر من حيث موقع الانعكاسات وشدة كل منها مميز للتركيب البلورى للمادة وبالتالى للعينة.

---

(١) تم التحليل بمعمل الأشعة السينية بمركز البحوث والصيانة التابع للمجلس الأعلى للآثار

(٢) الأنجستروم °A عبارة عن ١ : ١٠٠٠٠٠٠٠٠ سم

(٣) صالح أحمد صالح . " فحص ودراسة الآثار بواسطة الأشعة السينية " – محاضرات بقسم الترميم – كلية لآثار – جامعة القاهرة – ١٩٧٧ .

وبمقارنة النتائج التى يحصل عليها فى هذا التحليل بنتائج عينات مرجعية معروفة التركيب يمكن التعرف على مكونات العينة .

وللتعرف على طبيعة المواد اللاصقة المستخدمة لجأ إلى بعض الوسائل البسيطة مثل قابلية الإذابة في الماء والمذيبات العضوية وتأثير عمليات الحرق. كما استخدمت طريقة طيف الامتصاص للأشعة تحت الحمراء[١] . وهى من طرق التحليل الكيفية المستخدمة للتعرف على المجموعات الفعالة الموجودة بجزيئات المواد العضوية ، حيث يتم أعداد العينة بخلطها مع بروميد البوتاسيوم وصحنها ثم تكبس فى مكبس خاص لتكوين قرص شفاف دائرى سمك ١ - ٢ مم وقطر حوالى ١,٣ سم ، ويوضع هذا القرص بجهاز التحليل الطيفى للأشعة تحت الحمراء " FTIR " ليجرى عليه التحليل حيث يتم تسجيل الاهتزازات الناتجة عن وجود المجموعات الفعالة على شكل رسم بياني يمثل العلاقة ما بين النفاذية والرقم الموجى ، ومن خلال أماكن حزم الامتصاص " bands " يمكن التعرف على المجموعات الفعالة بالمركب العضوي وذلك بالرجوع إلى الجداول القياسية . ويتم أخذ جميع التسجيلات في ظروف تشغيل واحدة ثابتة.

أما في حالة التعرف على نوعيات الأخشاب التي استخدمت في صناعة التماثيل [٢] فقد تم الأستعانة بطرق التشريح المقارن باستخدام الميكروسكوب الضوئى [LM] " Light Microscop " والميكرسكوب الإلكترونى الماسح [SEM] "Scaning Electron Microscop" وذلك للتعرف على الخصائص التركيبية (الأوعية – القصيبات – البرانشيمية – الألياف ...) للطرز التشريحية لعينات الخشب . حيث تم أخذ عينات صغيرة غير مؤثرة من التماثيل وعمل شرائح ميكروسكوبية لها للتعرف علىشكل الخلايا فى المقاطع المختلفة [Rls - Ls. - Ts.] بإستخدام الميكروسكوب الضوئى الذى تصل قوة تكبيرة الى ٢٠٠٠ مرة . كما تم إرسال عينات الى معمل الميكروسكوب الإلكترونى الماسح بكلية العلوم جامعة أسيوط . للتعرف على التركيب الداخلى الدقيق للخشب والذى يظهر العناصر التركيبية المتناهية فى الصغر التى لا يمكن ملاحظتها بأستخدام الميكروسكوب الضوئى . وهو ذو قوة تكبير تصل إلى ٢٠٠,٠٠٠ مرة وهناك بعض الأنواع المتطورة ذات قوة تكبير تصل إلى مليون مرة . (صور رقم (٤٤ أ-ب)) .

١ - نتائج تحاليل العينات الخاصة بأسلوب الصناعة المستخدم :

• تمثال " كاعبر " المسجل تحت رقم " ٣٤ " كتالوج :

العينة الأولى [شكل رقم (١٩)]

من طبقة المعجون الأصلى الموجود داخل الشرخ الطولى بالجانب الأيمن للجسم وهى عبارة عن معجون ذو لون يميل للبيج ، وقد تم تحليلها للتعرف على مكوناتها بإستخدام طريقة حيود الأشعة السينية حيث وجد أنها مكونة من :

* الكالسيت Calcite ($Ca\ CO_3$) بصفة رئيسية مع نسب قليلة من :
* كوارتز Quartz ($Si\ O_2$) .

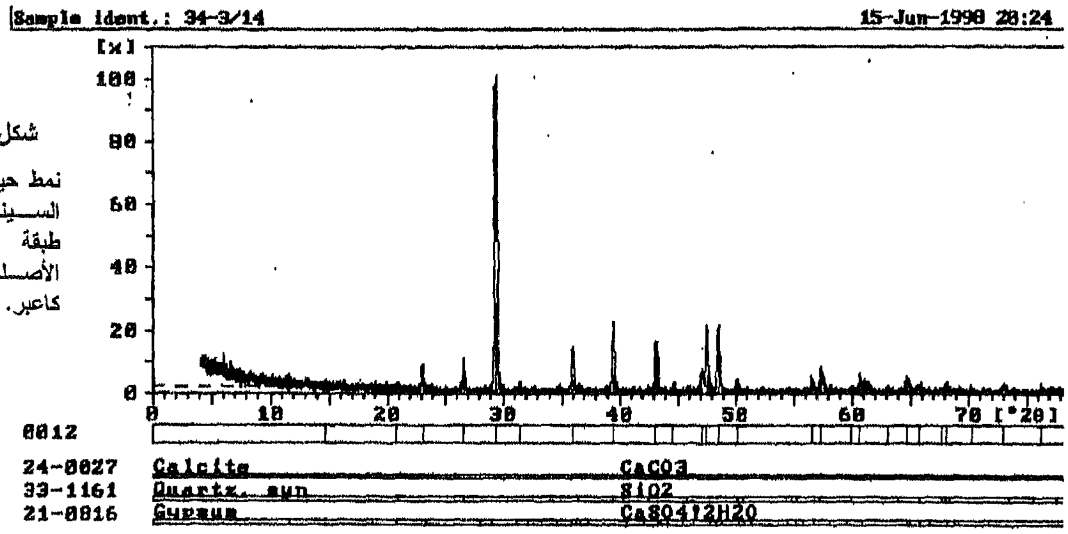
---

(١) تم إجراء التحاليل بمعمل الأشعة تحت الحمراء بمركز البحوث والصيانة التابع للمجلس الأعلى للآثار .

(٢) قام بتعريف أخشاب التماثيل الثلاثة أ.د نبيل الحديدى الأستاذ بقسم النبات – كلية العلوم –جامعة القاهرة

* جبس Gypsum $(CaSO_4 . 2H_2O)$.

وقد تم تحليل نفس العينة بمعامل التحاليل بمتحف الفنون الجميلة ببوسطن (1) بأستخدام Fourier Transform Infrared Microspectrometry فوجد ان المكون الأساس للعينة هو الكالسيت وأن الوسيط اللاصق هو الغراء .



شكل (١٩)
نمط حيود الأشعة السينية لعينة طبقة المعجون الأصلى بتمثال كاعبر.

العينة الثانية [صورة رقم (١٦)]

من طبقة المعجون الملون بلون بنى يميل للبرتقالى بالجانب الأيمن للجسم حيث بتحليله بأستخدام حيود الأشعة السينية وجد أنه مكون من [شكل رقم (٢٠- أ)]:

* كالسيت Calcite $[CaCO_3]$ كمكون أساسى .
* كوارتز Quartz $[SiO_2]$.
* مع نسب أقل من الهيماتيت Hematite $[Fe_2O_3]$.

كما أظهر التحليل أمكانية تواجد كبريتيد الزرنيخ [Realgar As S]الذى يعطى لون بنى يميل للبرتقالى . وقد تم أعادة تحليل نفس العينة للتعرف على العناصر الموجودة بها بأستخدام جهاز تفلور اللآشعة السينية X Ray Fluorecence (2) حيث تم التعرف على وجود كل من الحديد (Fe) والزنك (Zn) مع أمكانية تواجد نسب أقل من الزرنيخ (As) أو الرصاص (Pb) ب شكل رقم (٢٠ -ب)] .

العينة الثالثة [شكل رقم (٢١)]

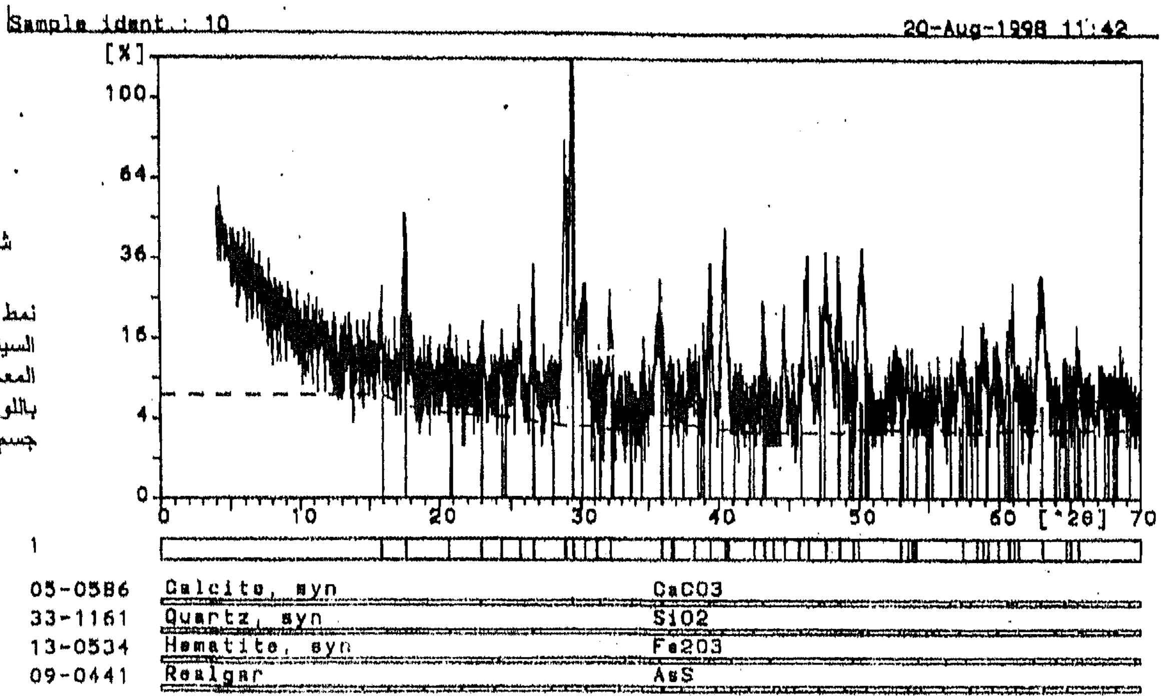
من طبقات الصدأ ذات اللون الأخضر التى توجد على سطح الأطار المعدنى المحيط بتطعيم الأعين والتى بتحليلها بأستخدام طريقة حيود الأشعة السينية وجد أنها مكونة من:-

---

(1) تم إجراء التحاليل بواسطة كل من :-
Richard Newman and Monica Gerber, Department of Objects , Conservation and Scientific Reserch, Museum of Fine Arts, Bosten .

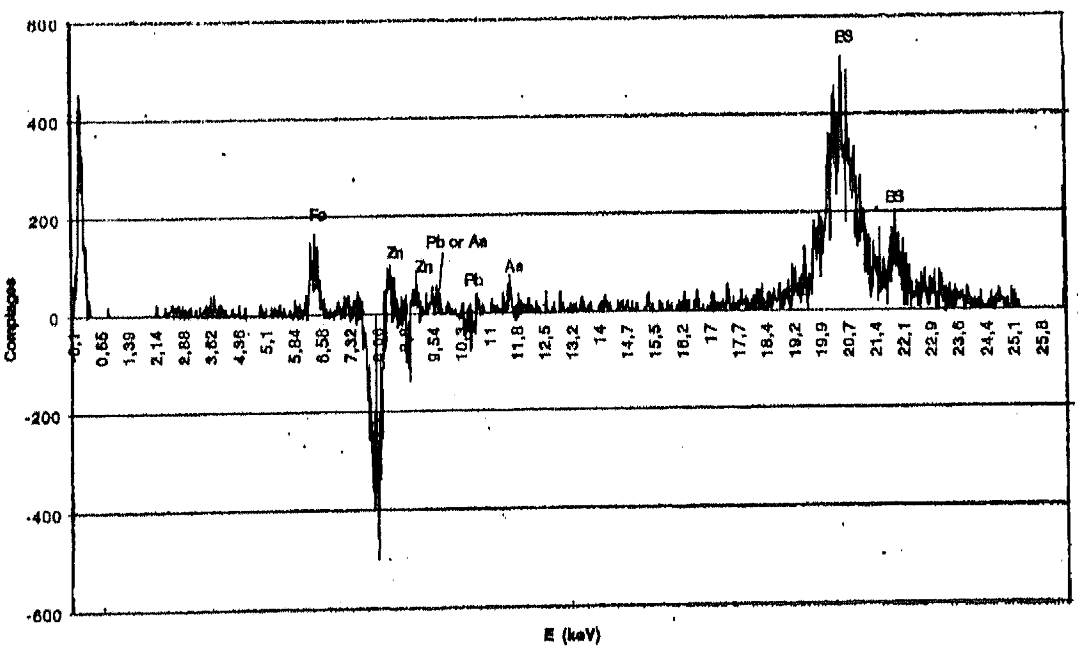
(2) قام بأجراء التحليل مدير قسم الترميم بالمركز الفرنسى للدراسات الشرقية بالقاهرة
Mr. Micheal Wuttman .

* بارأتاكاميت [$Cu_2Cl(OH)_3$] Paratacamite بصورة رئيسية .
* كوبريت [Cu_2O] Cuprite .
* نانتوكيت [$CuCl$] Nantokite .
* كوارتز [SiO_2] Quarty .
* ملاكيت [$Cu_2(Co_3)(OH_2)$] Malacite .



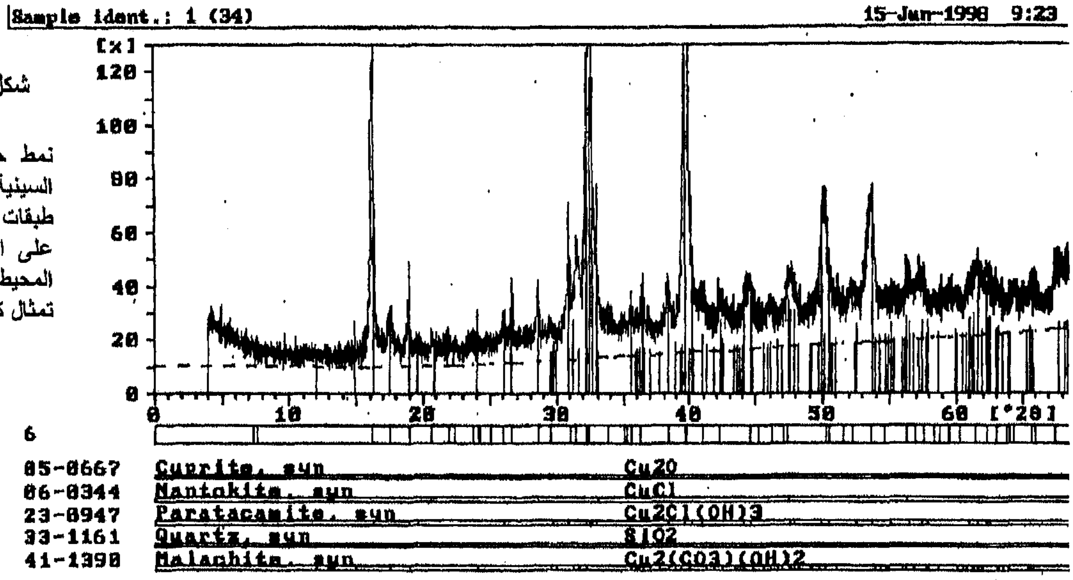
شكل(٢٠-أ)

نمط حيود الأشعة السينية لعينة طبقة المعجون الملون باللون البرتقالى من جسم تمثال كاعبر.



شكل(٢٠-ب)

نتيجة التحليل بأستخدام طريقة تفلور الأشعة السينية للعينة السابقة.



شكل(٢١)

نمط حيود الأشعة السينية لعينة من طبقات الصدأ من على الأطار المعدنى المحيط بتطعيم أعين تمثال كاعبر.

*** تمثال الشاب المسجل تحت رقم "٣٢" كتالوج :-**

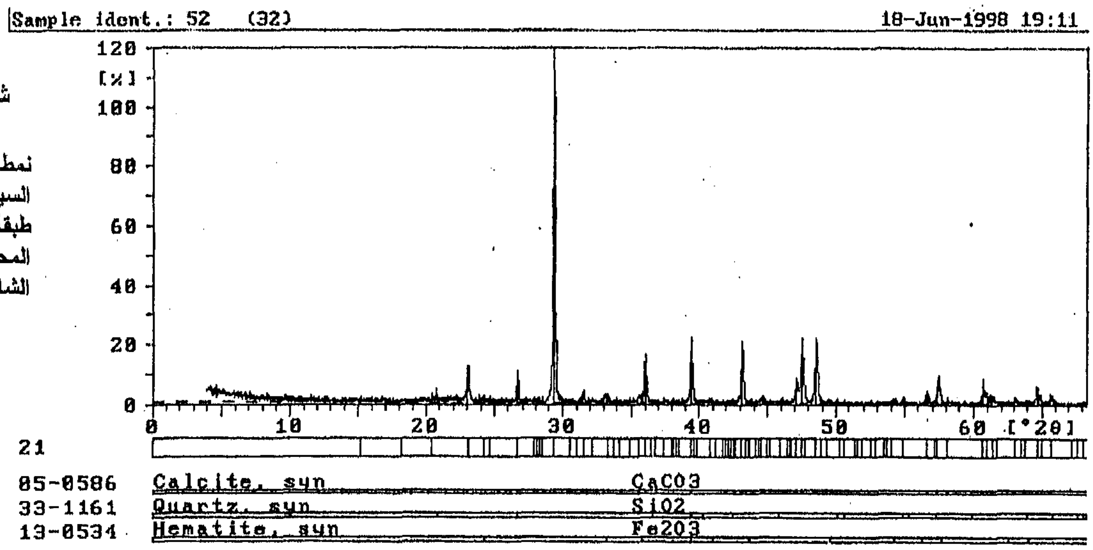
العينة الأولى (شكل رقم (٢٢))

معجون بنى محمر من داخل فراغ الجزء المستكمل يسار الوجه وكذا من داخل نقر تثبيت الذراع الأيمن بالجسم والذى بتحليله بإستخدام حيود الأشعة السينية وجد أنه مكون من :

* الكالسيت [$Ca\ CO_3$] كمكون أساسى مع نسب صغيرة من .

* الكوارتز Quartz [$SI\ O_2$] .

* الهيماتيت Hematite [$Fe_2\ O_3$] .



شكل(٢٢)

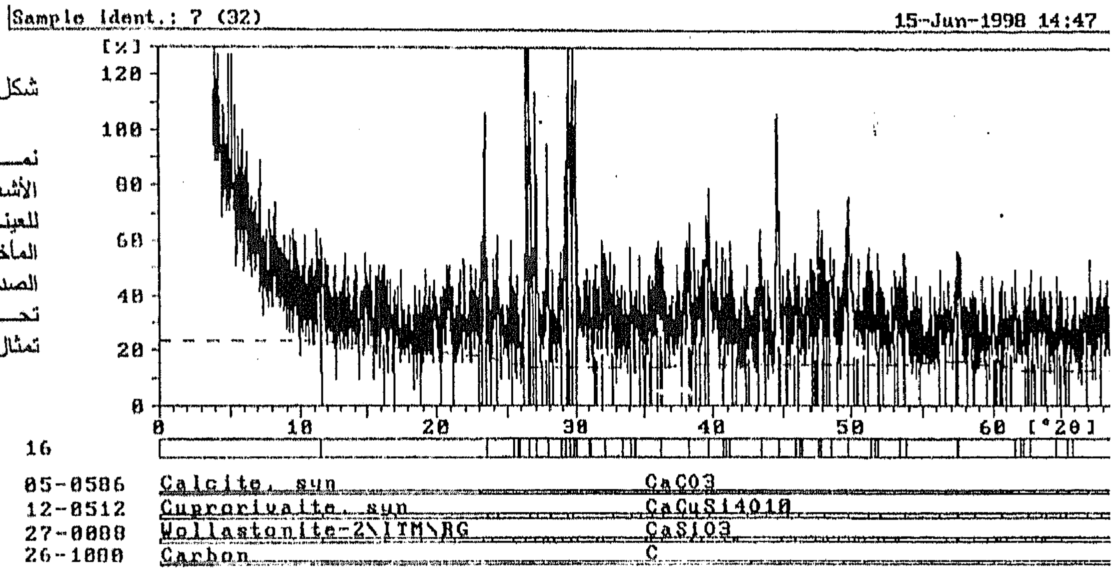
نمط حيود الأشعة السينية لعينة من طبقة المعجون المحمر بتمثال الشاب.

العينة الثانية [شكل رقم (٢٣)]

العينة عبارة عن طبقة ذات لون قاتم سهلة التفتت من الصدرية التى تحيط بالعنق وبفحصها بأستخدام الأستريوميكروسكوب لوحظ وجود أجزاء تميل للون الأزرق المخضر

وذلك فى الأجزاء الداخلية أما السطح فعلى هيئة حبيبات متماسكة قاتمة اللون [صورة (٤٥)] .
وبتحليل العينة بأستخدام طريقة حيود الأشعة السينية وجد انها تتكون من :

* كربون Carbon [C] .
* كالسيت Calcite [$CaCO_3$] .
* Wollastonite [$CaSiO_3$] .
* سليكات الكالسيوم والنحاس (الأزرق المصرى) Cuprorivaite [$CaCuSI_4O_{10}$] .

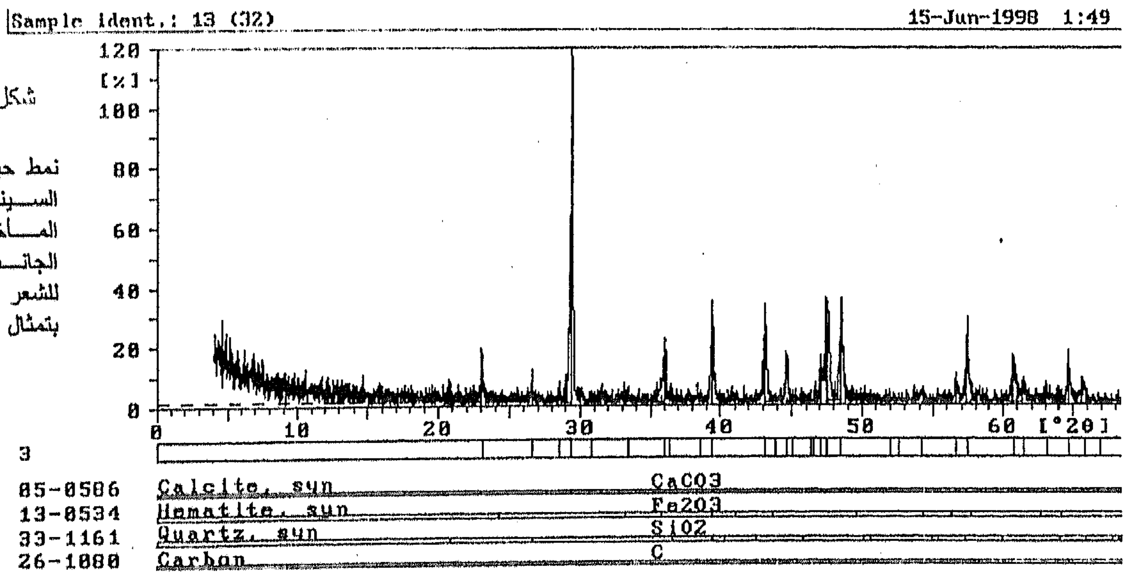


شكل(٢٣)
نمط حيود الأشعة السينية للعينة المأخوذة من الصدرية التى تحيط عنق تمثال الشاب.

العينة الثالثة [شكل رقم (٢٤)]

العينة تمثل جزء من اللون الأسود ذو السمك الرقيق على طبقة من المعجون البنى المحمر من الجانب الأيمن للشعر المستعار، وبتحليلها للتعرف على مكوناتها بأستخدام طريقة حيود الأشعة السينية وجد أنها تتكون من :

* كالسيت Calcite [$CaCO_3$] كمكون رئيسى مع نسب قليلة من :
* هيماتيت Hematite [Fe_2O_3] .



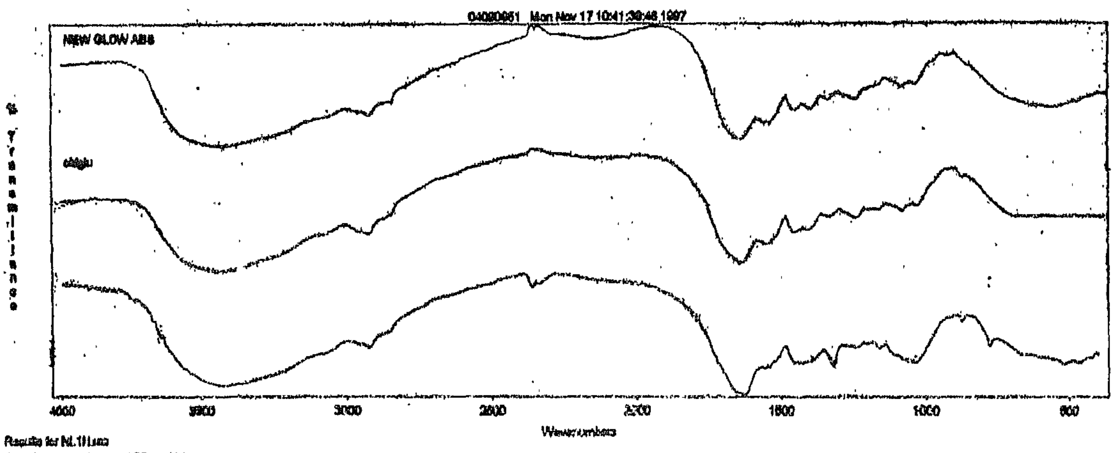
شكل(٢٤)
نمط حيود الأشعة السينية للعينة المأخوذة من الجانب الأيمن للشعر المستعار بتمثال الشاب.

* كوارتز Quartz [SiO_2] .
* كربون Carbon [C] .

العينة الرابعة [شكل رقم (٢٥)]

تمثل المادة اللاصقة الموجودة على السطح الداخلى للجزء الخشبى المكمل للفراغ بالجانب الأيسر للرأس والتى أستخدمت لتثبيت هذا الجزء بموضعه.وهى عبارة عن قطع رقيقة السمك من مادة قاتمة اللون ذات لمعة تتميز بالصلابة إلا أنها قصيمه سهلة التفتت، وهى تذوب فى الماء لتعطى مادة لزجة ذات لون بنى وعند حرقها تنصهر ويزيد حجمها مع تصاعد بعض الغازات ذات الرائحة النيتروجينيه وبعد أنتهاء الحرق تترك كمية قليلة من الرماد.

وقد تم تحليل العينة بإستخدام طريقة طيف الأمتصاص للأشعة تحت الحمراء . وبمقارنة النتيجة التى حصل عليها من هذا التحليل بنتائج مماثلة للغراء الحيوانى القديم والحديث أتضح أن العينة عبارة عن غراء حيوانى .



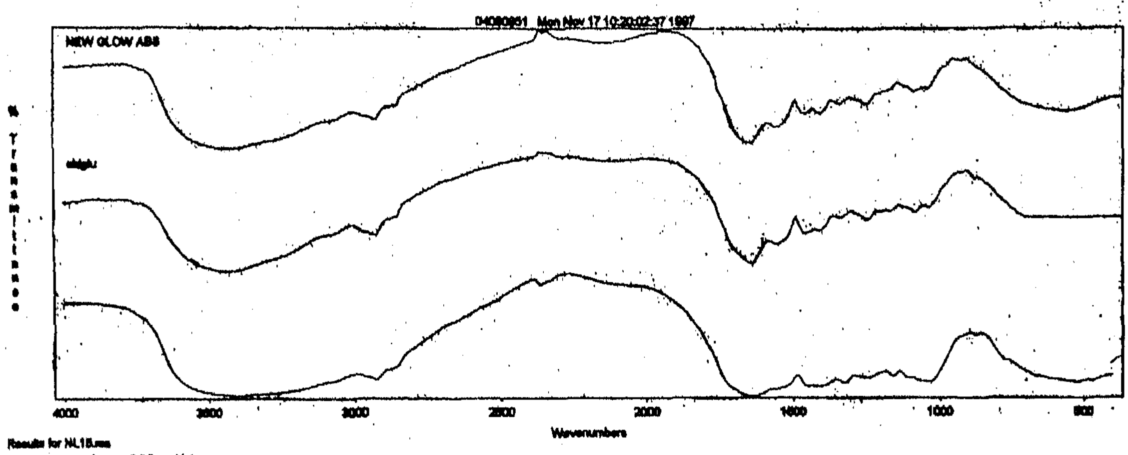
1	dr	4	0.95	el.tju
2	dr	1	0.91	NEW GLOW ADS
3	userLib	3	1.93	new gelta
4	dr	10	0.65	RED 21 DYNASTY
5	userLib	4	0.86	samgg
6	dr	21	0.85	WHIT 12 DYNASTY
7	dr	20	0.85	DARK YELLOW 12 DYNASTY
8	dr	35	0.84	WHITE21
9	dr	19	0.83	BLACK 12 DYNASTY
10	dr	24	0.81	RED 12 DYNASTY
11	dr	6	0.76	cellulose
12	dr	8	0.74	BON AFTTER B72
13	dr.	9	0.74	GREEN 21 DYNASTY
14	dr	11	0.71	BLU 21 DYNASTY
15	dr	7	0.70	BON BEFOR B72
16	dr	12	0.69	YELLOW 21 DYNASTY
17	dr	16	0.69	BON AFTER PUA
18	dr	13	0.68	Ore Leather
19	userLib	5	0.68	Ore Leather
20	dr	31	0.65	WOOD1

شكل(٢٥)

التحليل النوعى للعينة الرابعة المأخوذة من المادة اللاصقة بالجزء المكمـل للجـانب الأيسر لرأس تمثـال الشـاب باستخدام FTIR والذى يوضح أنها غراء .

العينة الخامسة [شكل رقم (٢٦)]

من المادة الموجودة على سطح الخشب عند الجزء المفقود فى موضع أتصال الذراع الأيسر بالجسم وهى تمثل المادة اللاصقة المستخدمة لتثبيت الجزء الخشبى المكمل لهذا الموضع بالتمثال . وتتشابه هذه العينة إلى حد كبير فى الشكل والخواص مع العينة السابقة . وقد تم إجراء نفس نوعية التحليل عليها فأتضح تماثل النتائج التي تم الحصول عليها في العينتين تماما مما أكد أن العينة من الغراء الحيواني.



Results for NL15.res

1	dr	4	0.96	oldglu
2	dr	1	0.93	NEW GLOW ABS
3	userLib	4	0.87	sarrag
4	userLib	3	0.87	new geras
5	dr	21	0.86	WHIT 12 DYNASTY
6	dr	20	0.86	DARK YELLOW 12 DYNASTY
7	dr	10	0.86	RED 21 DYNASTY
8	dr	19	0.84	BLACK 12 DYNASTY
9	dr	24	0.83	RED 12 DYNASTY
10	dr	35	0.83	WHITE21
11	dr	6	0.79	cellulose
12	dr	9	0.74	GREEN 21 DYNASTY
13	dr	8	0.73	BON AFTTER B72
14	dr	13	0.72	Ore Leather
15	userLib	8	0.72	Ore Leather
16	dr	11	0.70	BLU 21 DYNASTY
17	dr	12	0.70	YELLOW 21 DYNASTY
18	dr	7	0.68	BON BEFOR B72
19	dr	31	0.66	WOOD1
20	dr	30	0.65	COTTENPOLYESTER2

شكل(٢٦)

التحليل النوعى للعينـــة الخامســـة مـــن المادة اللاصقة المـــأخوذة مـــن ســـطح الخشب عند الجزء المفقود فى موضـــع أتصال الذراع الأيسر بجسم تمثال الشاب والذى يوضح أنها غراء .

تمثال " زوجة شيخ البلد" المسجل تحت رقم "٣٣" كتالوج

العينة الأولى [شكل رقم (٢٧)]

جزء من معجون ذو لون بنى محمر فاتح من أسفل الجانب الأيسر للوجة حيث السطح مغطى بطبقة رقيقة من لون قاتم ملتصق ببعض أجزاءها بقايا من مادة بيضاء [صورة (٢٠٤ أ-ب)] . بالتحليل باستخدام حيود الأشعة السينية وجد أن العينة مكونة من:

* كوارتز [$Si O_2$] Quartz كمكون رئيسى ونسب متفاوتة
* جوثيت [FeO (OH)] Gothite .
* جبس [$Ca SO_4H_2 O$] Ggpsum .
* هيماتيت [Fe_2O_3] Hematite .
* كربون [C] Carbon .
* كالسيت [$Ca CO_3$ Calcite .

والجوثيت أو المغرة الصفراء كانت تستخدم قديما للتلوين باللون الأصفر وللحصول على اللون الأحمر (الهيماتيت) عن طريق الحرق[1] .

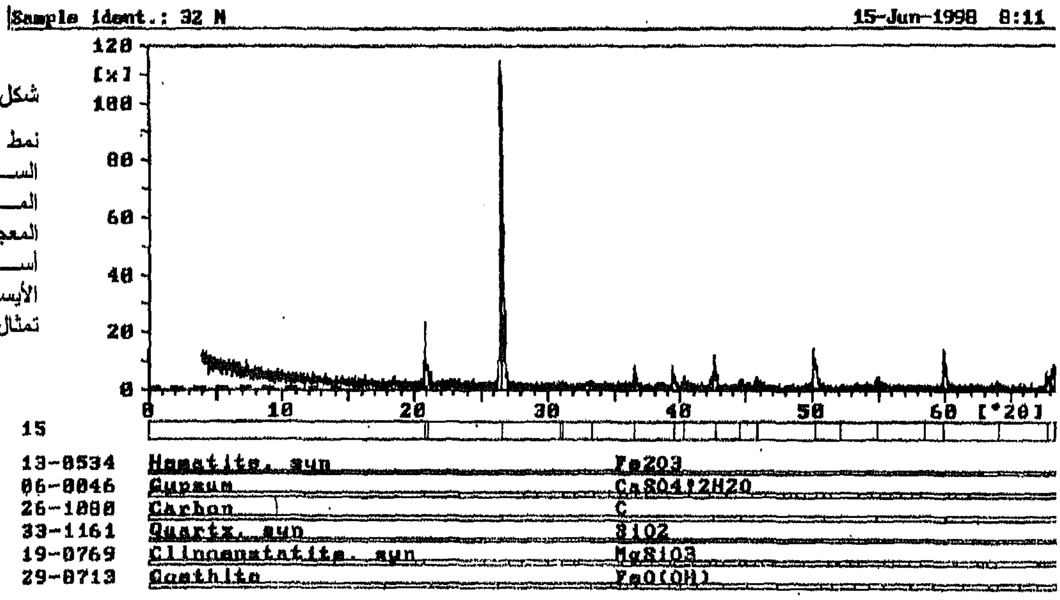
العينة الثانية [شكل رقم(٢٨)][صورة رقم (٤٣)]

جزء من اللون الأسود من داخل تجاعيد الشعر المستعار من الخلف والذى بتحليلية بإستخدام حيود الأشعة السينية وجد أنه مكون من :

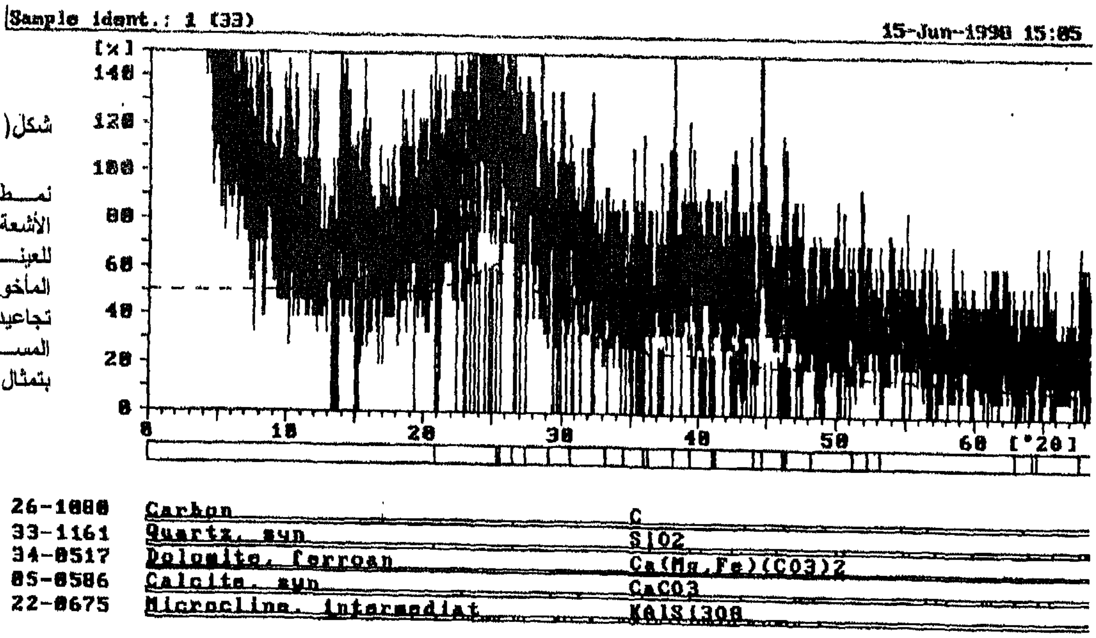
(1)Forbes, R.J. ; " Chemical, Culinary and Cosmetic Arts", A History of Technology, Vol. 1 , AT the Clarendorn Press, Oxford, England, 1958, p. 238.

. Ferrihydrite , Syn . $Fe_5O_7(OH) . 4 H_2O$ *
. Carbon (C) كربون *
. Quartz ($Si O_2$) كوارتز *
. Dolomite , Ferroan Ca(Mg Fe) ($CO_3)_2$ *
. Calcite [Ca CO_3] كالسيت *
. Microcline , inlermediate (Ka l $Si_3 O_8$)*

شكل(٢٧)
نمط حيود الأشعة السينية للعينة المأخوذة من المعجون الملون أسفل الجانب الأيسر لوجه تمثال السيدة.

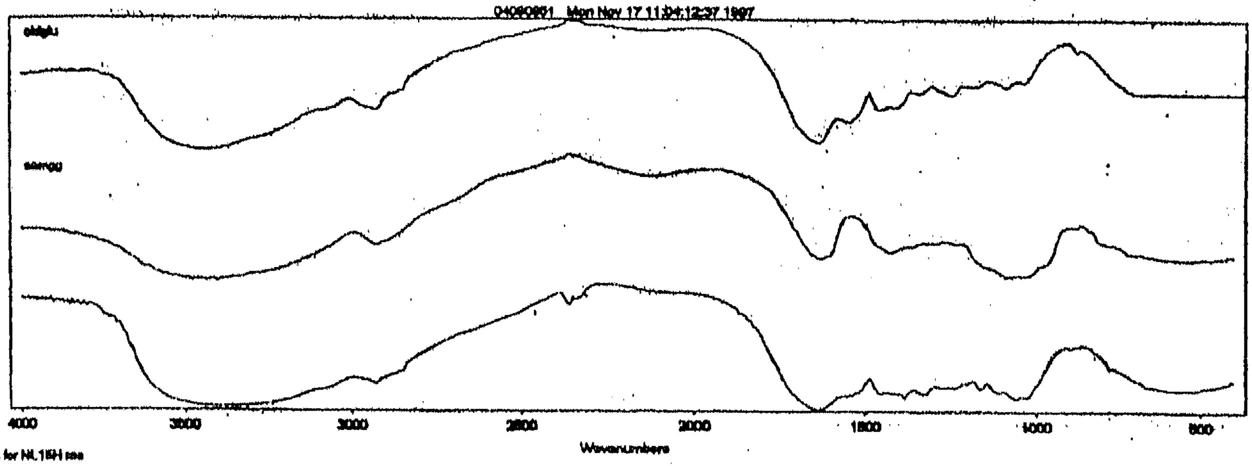


شكل(٢٨)
نمط حيود الأشعة السينية للعينة المأخوذة من تجاعيد الشعر المستعار بتمثال السيدة.



العينة الثالثة [شكل رقم (٢٩)] :

رقائق من مادة قاتمة اللون من داخل الشروخ العميق المتصل بالجانب الأيمن للرأس وهى ذات لمعة وشفافية محدودة ، يوجد بها فقاعات هواء صغيرة مما يعنى أنها كانت سائلة فى وقت ما ، وهى صلبة وفى نفس الوقت قصيمه سهلة التفتت ، وعند زوبانها فى الماء تعطى مادة لزجة ذات لون بنى قاتم وقد تم تحليل العينة بإستخدام طريقة طيف الأمتصاص للأشعة تحت الحمراء ، حيث أتضح أنها " غراء " .



s for NL1BH ms			
serLib	4	0.92	sarngg
r	4	0.92	ulgfu
r	21	0.91	WHIT 12 DYNASTY
r	20	0.91	DARK YELLOW 12 DYNASTY
r	1	0.89	NEW GLOW A55
r	10	0.88	RED 21 DYNASTY
r	24	0.88	RED 12 DYNASTY
r	35	0.86	WHITE21
r	19	0.86	BLACK 12 DYNASTY
r	6	0.83	celluloes
serLib	3	0.80	new gerse
r	8	0.77	BON AFTTER B72
r	9	0.76	GREEN 21 DYNASTY
r	13	0.74	Ow Leather
serLib	6	0.74	Ow Leather
r	12	0.72	YELLOW 21 DYNASTY
r	11	0.72	BLU 21 DYNASTY
r	7	0.71	BON BEFOR B72
r	31	0.71	WOOD1
r	18	0.70	BON AFTER PUA

شكل (٢٩)

يوضح التحليل النوعى للعينة الثالثة المأخوذة من داخل الشرخ العميق المتصل بالجانب الأيمن لرأس تمثال "زوجة شيخ البلد" بأستخدام FTIR والذى يوضح أنها غراء .

٢- نتائج تحاليل العينات الخاصة بمظاهر التلف :

- **تمثال " كاعبر" المسجل تحت رقم " ٣٤ " كتالوج[1] :**

العينة الأولى :

من الطبقة البيضاء التى توجد على سطح الخشب بالجانب الأيسر للجسم أسفل الذراع الأيسر والتى بتحليلها بإستخدام طريقة حيود الأشعة السينية وجد أنها مكونة بصورة رئيسية من السليكات بما يتضمن معادن الكاولينيت مع كمية قليلة من الجبس .

---

(١) تم تحليل العينات من الأولى حتى الخامسة بمعامل البحوث بمتحف الفنون الجميلة ببوسطن .
Department of Objects Conservation and Scientific Reserch, Museum of Fine Arts, Bosten.

العينة الثانية :

من البقعة البيضاء التى توجد على سطح الخشب بالساق اليمنى من الخلف وقد وجد أنها مكونة من الجبس والسليكات وأوكسالات الكالسيوم .

العينة الثالثة :

من البقع البيضاء الموجودة على سطح الخشب بثنيات الظهر جهه اليسار وهى مكونة بصورة رئيسية من الجبس والسليكات وأوكسالات الكالسيوم المائية بالإضافة الى الكالسيت الذى يعتقد أن وجودة يرجع الى تداخل بقايا من المعجون الأصلى مع العينة .

العينة الرابعة :

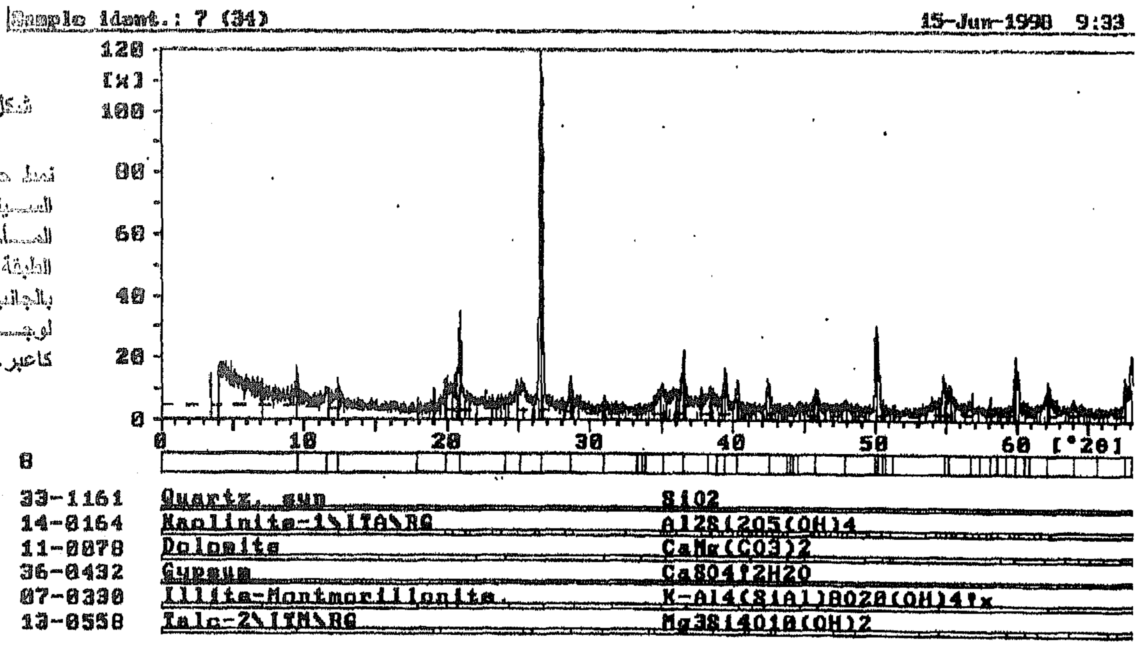
قطع صغيرة ذات لون أبيض ناصع من داخل شروخ بالذراع الأيمن وقد وجد أنها مكونة أساسا من الجبس .

العينة الخامسة :

من المسحوق الأبيض الموجود داخل الشرخ الطولى يمين الظهر والذى بفحصه بالميكروسكوب وجد أنه عبارة عن خليط من مسحوق أبيض ورمادى حيث المسحوق الأبيض مكون أساسا من الجبس بينما المسحوق الرمادى فعبارة عن`سليكات بما يتضمن الكاولينيت والبيت الفلدسبار.

العينة السادسة : (شكل رقم (٣٠))

من الطبقة البيضاء التى توجد على سطح الخشب بالوجه ، وقد وجد أنها مكونة من الكوارتز بصورة رئيسية والجبس والتالك مع بعض معادن السليكات مثل الدولوميت والكاولينيت .



شكل (٣٠)

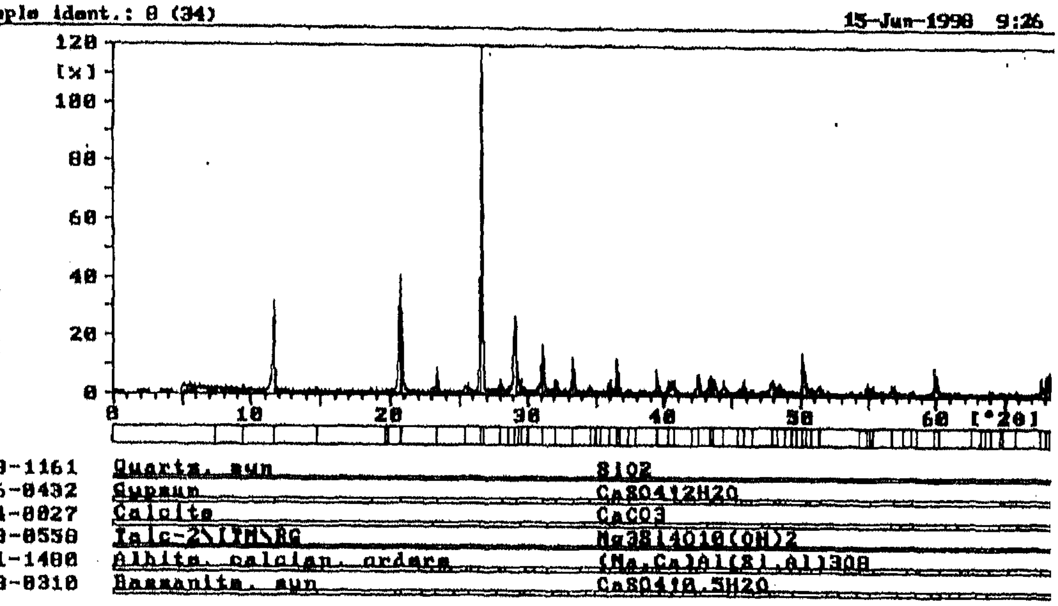
نمط حيود الأشعة السينية للعينة المأخوذة من الطبقة البيضاء بالجانب الأيمن لوجه تمثال كاعبر.

العينة السابعة [شكل رقم (٣١)]

من الطبقة البيضاء التى توجد على سطح لسان الذراع الأيسر والتى وجد أنها مكونة بصورة رئيسية من الكوارتز والجبس مع نسبة قليلة من الكالسيت يرجح أنها جزء من المعجون الأصلى الذى تداخل مع العينة ، هذا بجانب نسب قليلة من التلك ومعادن السليكات .

شكل(٣١)

نمط حيود الأشعة السينية للعينة المأخوذة من الطبقة البيضاء الموجودة على لسان الذراع الأيسر لتمثال كاعبر.

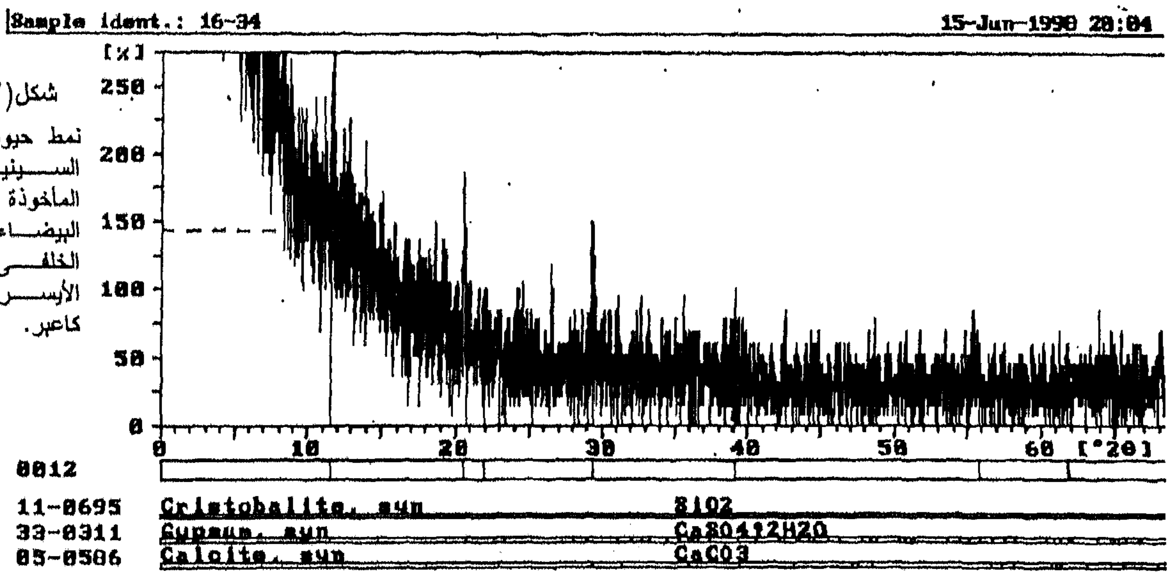


العينة الثامنة [شكل رقم (٣٢)]

من الطبقة البيضاء الموجودة على السطح الخلفى للذراع الأيسر وقد وجد انها مكونة بصورة رئيسية من الجبس والكوارتز وأثار من الكالسيت .

شكل(٣٢)

نمط حيود الأشعة السينية للعينة المأخوذة من الطبقة البيضاء بالسطح الخلفى للذراع الأيسر لتمثال كاعبر.



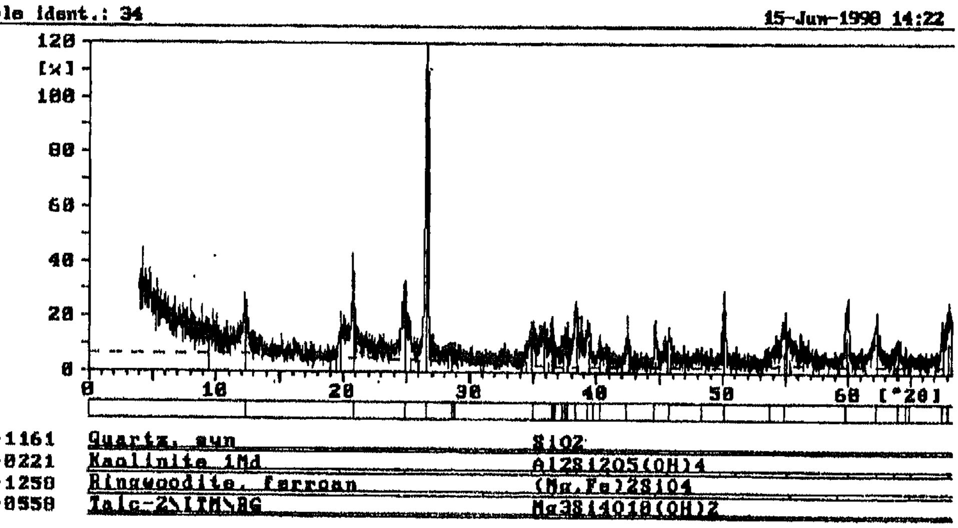
• تمثال السيدة التى يطلق عليها " زوجة شيخ البلد " والمسجل تحت رقم " ٣٣ " كتالوج :

العينة الأولى [شكل رقم (٣٣)]

من المادة البيضاء الموجودة داخل التآكل الحشرى بالشعر المستعار من الخلف وقد وجد أنها مكونة من الكوارتز والكاولينيت بصورة رئيسية مع نسب قليلة من التلك Ringwoodite [(Mg Fe) SiO_4] .

شكل(٣٣)

نمط حيود الأشعة السينية للعينة المأخوذة من داخل التآكل الحشرى بالشعر المستعار لتمثال السيدة.

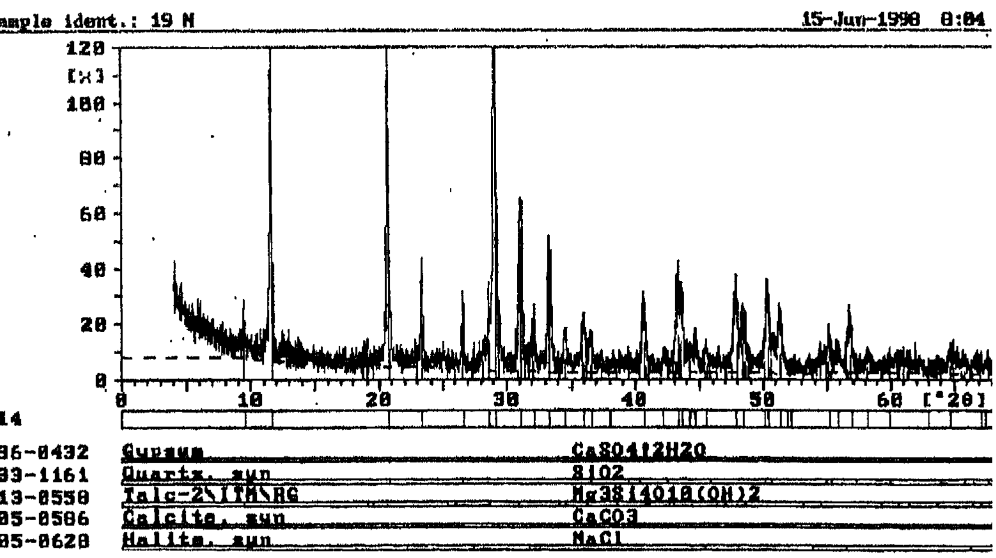


العينة الثانية (شكل رقم (٣٤))

مسحوق أبيض اللون من داخل الشرخ الكبير الموجود فى وسط الصدر من الأمام وهو مكون بصورة رئيسية من التلك والجبس مع نسب صغيرة من الكوارتز والهاليت .

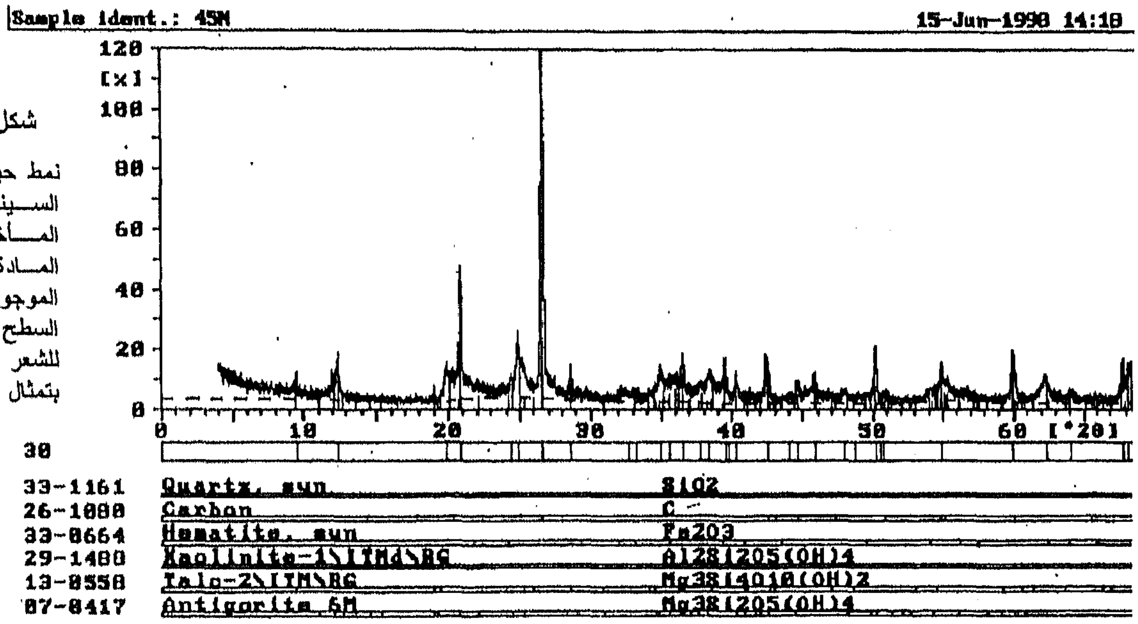
شكل(٣٤)

نمط حيود الأشعة السينية للعينة المأخوذة من داخل الشرخ الكبير بصدر تمثال السيدة.



العينة الثالثة (شكل رقم (٣٥))

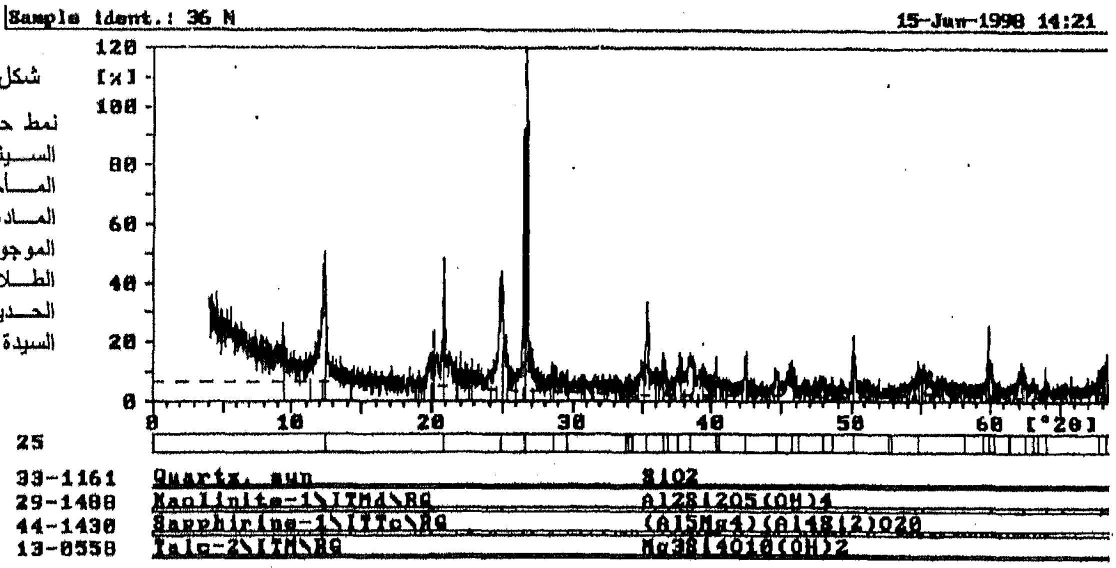
من المادة البيضاء الموجودة فوق سطح اللون الأسود بالسطح السفلى للشعر المستعار وهى مكونة بصورة رئيسية من الكوارتز والكاولينيت والتلك مع نسب بسيطة من الكربون والهيماتيت ترجع إلى تداخل اللون وأرضية التحضير مع العينة .



شكل(٣٥)
نمط حيود الأشعة السينية للعينة المأخوذة من المادة البيضاء الموجودة على السطح السفلى للشعر المستعار بتمثال السيدة.

العينة الرابعة [شكل رقم (٣٦)]

من المادة البيضاء التى توجد فوق الطلاء الأحمر الحديث بأعلى الجانب الأيمن للتمثال وقد وجد انها مكونة بصورة رئيسية من الكوارتز والكاولينيت مع نسبة بسيطة من التلك و (Supphirine $AL_5 Mg_4$) ($AL_4 SI_2$) O_{20} .



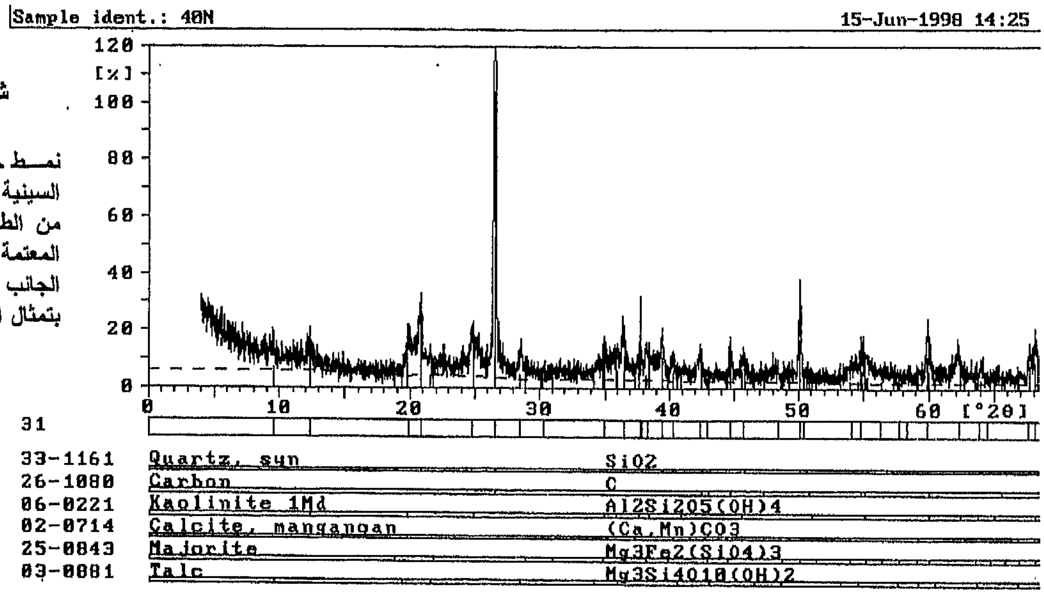
شكل(٣٦)
نمط حيود الأشعة السينية للعينة المأخوذة من المادة البيضاء الموجودة فوق الطلاء الأحمر الحديث بتمثال السيدة.

العينة الخامسة [شكل رقم (٣٧)]

من الطبقة السطحية المعتمة التى توجد على سطح الجانب الأيمن للصدرية وقد وجد أنها تحتوى على الكوارتز ثم الكاولينيت بصورة رئيسية مع نسب قليلة من التلك والكربون .

شكل(٣٧)

نمط حيود الأشعة السينية للعينة المأخوذة من الطبقة البيضاء المعتمة الموجودة على الجانب الأيمن للصدرية بتمثال السيدة.



٣- التعرف على نوعيات أخشاب التماثيل المختارة :

تم التعرف على نوعيات الأخشاب المستخدمة فى التماثيل الثلاثة المختارة كنتيجة لعمليات الفحص والدراسة المقارنة بالرجوع إلى مجموعات الأخشاب المعرفة . حيث تم التوصل إلى النتائج التالية :

- **تمثال " كاعبر " المسجل تحت رقم (٣٤) كتالوج :**

التمثال مصنوع من خشب ذي لون بنى فاتح يميل للاصفرار في بعض الأجزاء وإلي الاحمرار في أجزاء أخرى ، وهو معتدل الصلابة ذو تجازيع متقاربة متوازية ومستقيمة بصورة عامة . يتميز بوجود العديد من العقد المختلفة فى الأحجام والنوعيات . وبفحص الطرز التشريحية لعينات من خشب التمثال بإستخدام الميكروسكوب الضوئى ، والميكروسكوب الإلكترونى الماسح ، أتضح أنه خشب السرو Cupressus sempervirens خلافاً لما ذكر فى العديد من المراجع من أنة مصنوع من خشب الجميز، حيث بفحص القطاعات الثلاثة لعينة من الجسم وأخرى من الخوابير وجد التالى :

القطاع العرضى TS [صورة رقم (٤٧)]

تظهر فيه حلقات النمو واضحة ، مكونة من قصيبات تبدو متساوية الأضلاع فى المقطع العرضى ، وتترتب الحلقات فى تتابع منتظم . ويلاحظ أن القصيبات المتأخرة أوسع فى القطر وجدرانها أقل تغلظ عن القصيبات المبكرة التى تتميز بجدر شديدة التغلظ وبالتالى فإن الفرق بين الخشب المبكر والمتأخر يظهر واضحاً . ويتميز هذا القطاع بغياب قنوات الراتنج .

القطاع الطولى المماس . LS : (صورة رقم (٤٨))

تظهر فيه الأشعة أحادية التسلسل ويلاحظ أن جدران برانشيمية الأشعة ذات نهايات ناعمة كما أن القصيبات غير مسننة وهى ذات نقر مضفوفة على الجدران القطرية والمماسيه.

القطاع القطرى RLS : (صورة رقم (٤٩))

تظهر برانشيمية الأشعة ذات الجدران بنهايات ناعمة . كما تظهر قصيبات الأشعة غير المسننة ، ويلاحظ وجود Cupressoid Pets .

وشجرة السرو من الصنوبريات وهى تنتمى الى عائلة Cupresaceae ، وتنمو فى التربة الرملية الجافة حيث يصل أرتفاعها الى ٣٠ م وقطرها إلى ١ م . وهى من الأشجار الكثيفة دائمة الخضرة ، وتعتبر من الأشجار المناطق الدافئة خاصة شرق وجنوب أسيا ونيوزولاند واستراليا . وهى تعطى خشب ذو لون بنى فاتح أو مائل للإحمرار تجازيعه دقيقة مستقيمة ومتوازية بصورة عامة . وهو خشب معتدل الصلابة يميل لوجود العقد يتميز بمقاومة الإصابة بالحشرات وبالقدرة على البقاء وهو خفيف الوزن بصورة معتدلة ، غير راتنجى وإن كانت له رائحة عطرية خفيفة، يتميز بسهولة التشغيل ويعطى سطح جيد التشطيب . وبعمل مزارع فطرية لعينات من هذا الخشب تم التوصل إلى تواجد فطر Trichothecium roseum وهو فطر لا يتواجد بصورة عامة بمصر ويتعرف علية فى المنتجات النباتية المستوردة ، مما يؤكد أن خشب السرو المستخدم فى تشكيل تمثال " كاعبر " هو خشب مستورد .

وقد استورد خشب السرو فى مصر القديمة ويرجح أن أستيراده كان من سوريا أو تركيا او من منطقة جبل Edon . ويمكن أن يكون قد أستورد مع خشب الأرز ولكن بكميات أقل حيث لم يتعرف إلا على عينات قليلة منه والعينات الكبيرة التى عثر عليها ترجع الى الدولة الحديثة . وشجرة السرو فى مصر القديمة كانت مقدسة للإلة " أوزيريس " وكانت تسمى بالهيروغليفية " أعلو" وبالقبطية " أرو " وقد إستخدمت فى صناعة التوابيت الملكية والأثاث والأقواس والقوارب. كما كان يستخلص من أوارقها مادة كانت تستخدم للأغراض الطبية . وهى تزرع حاليا فى مصر خاصة بالأسكندرية وأراضى سواحل البحر المتوسط .

اما العصا التى يقبض عليها " كاعبر" بيده اليسرى فهى عبارة عن فرع طبيعى من شجرة تم أقلمة الأفرع المتفرعة منه بحيث لم يتبق فى موضعها إلا أجزاء صغيرة بارزة وتنتهى العصا من أعلى بثلاثة تفرعات تعطيها الشكل " V " أما الطرف السفلى فيأخذ الشكل المحدب . وهى ما زالت تحتفظ بطبقة القلف التى تميل للون البنى المحمر القاتم أما الخشب فذو لون فاتح . ويتراوح قطر العصا من ١,٣ سم من أسفل إلى ١ سم من أعلى أما الطول الكلى فهو ٩٢ سم ومن الواضح أن العصا تم أقلمتها ثم إستعدالها أثناء عمليات التجفيف لتصبح بهذا الشكل شبه المستقيم ، وهى مختارة بعناية لتكون ذات سمك شبة متساوى .

ولصعوبة أخذ عينة بدون أن تسبب تلفا للعصا لم يكن من الممكن عمل قطاعات لخشبها لذا تم اخذ عينة غير متلفة وتصويرها بإستخدام الميكروسكوب الألكترونى الماسح وذلك لدراسة التركيب الداخلى للخشب (صور رقم ٥٠ ، ٥١ ، ٥٢ ،٥٣) للتعرف على نوعيته . وقد اتضح من الدراسة المقارنة التى أجريت أن العصا عبارة عن فرع من شجرة الطرفاء Tamarix nilatica وهو خشب محلى تنمو شجرته فى مصر وكانت معروفة عند قدماء

المصرين إذ أنها كانت تقدس للإلة " اوزيريس " حيث كانت تظل قبره بأغصانها ، وبذا أصبحت رمزا للحياة المتجددة [1]. وما زالت هذه الشجرة منتشرة فى مصر بصورة طبيعية .

وقد رجح هذا التعريف أحتمال أن العصا التى يقبض عليها "كاعبر" باليد اليسرى هى العصا الأصلية الخاصة بالتمثال خلافاً لما ذكر فى العديد من المراجع ويرجع ذلك إلى الحقائق التالية :

* التمثال مصنوع من خشب "السرو" الذى كان يقدس فى مصر القديمة للإله " أوزيريس" وحيث أنة خشب مستورد لذا كان من الصعب الحصول على أفرع منة بينما العصا عبارة عن فرع طبيعى من شجرة الطرفاء التى تتوفر بمصر وكانت معروفة عند قدماء المصريين حيث كانت ترمز للحياة المتجددة وتقدس للإله " أوزيريس " أيضا .
* ذكر "ماريت" فى تسجيل الحفائر أن العصا الأصلية قد عثر عليها مثبتة فى موضعها بالتمثال .
* الأثريين اللذين ذكروا أن العصا الحالية حديثة أمثال "سميث" و"بورخارد" و"دروتون" لم يعطوا أى حيثيات لهذا الرأى أو سبب تغير العصا الأصلية.
* العصى التى عثر عليها مع التماثيل الخشبية عبارة عن أفرع شجرية تم أقلمتها لتأخذ الشكل الأسطوانى ذو القمة السميكة وهو ما أتبع مع عصا "كاعبر" فيما عدا إحتفاظها بالشكل الطبيعى وقد يرجع ذلك إلى تميز التمثال بالواقعية المفرطة وبالتالى أستخدام عصا أقرب ما تكون إلى ما كان يستخدم فى الواقع .
* تجويف مرور العصا بقبضة اليد اليسرى ذو شكل بيضاوى (٢,٤ × ١،٨سم) وليس مستدير كما هو متبع فى معظم التماثيل بما يشمل تمثال " الشاب " ، ويرجع ذلك إلى وجود بقايا الأفرع المؤقلمه بالعصا بصورة متقابلة مما يستحيل معه مرورها إلا فى فراغ بيضاوى الشكل (سمك العصا عند البروز المتقابل ٢،٣سم).
* الطرف السفلى للعصا مشكل على شكل نصف كروى كما هو متبع فى معظم العصى لإمكان تثبيتها فى تجويف دائرى بالقاعدة وذلك بالرغم من أن القاعدة الحديثة لايوجد بها أى مكان للتثبيت وبالتالى فمن المنطقى أن كانت العصا حديثة أن يترك طرفها مستقيما ليسهل أستقراره على سطح القاعدة المستوى.
* لوحظ وجود طبقة من شمع " برافين " تغطى سطح العصا ، ومن المعروف أن هذا الشمع كان يستخدم فى الحفائر لحماية الآثار المكتشفة .
* من المنطقى فى حالة تغير العصا لأى سبب كان أن يتم أستبدالها بعصا تتماثل فى الشكل مع العصى التى عثر عليها مع التماثيل المشابة التى ترجع إلى نفس العصر خاصة وأن المرمم الذى قام بترميم التمثال بعد العثور علية كان يمتاز بالبراعة والقدرة على التشكيل وهو ما يظهر واضحاً من الأجزاء التى أستكملت بكل من القدمين وبالتالى فإن تشكيل العصا لم يكن ليمثل أى صعوبة لمرمم بهذه البراعة بل هى عملية أسهل من العثور على فرع طبيعى بهذا التميز مع علاجه ليصل للشكل المطلوب [صور رقم(٥٤-٥٥-٥٦)].

• تمثال الشاب (المسجل تحت رقم (٣٢) كتالوج) :

التمثال مشكل من خشب شديد الصلابة ، ثقيل الوزن ، مندمج الألياف ، ذو سطح جيد

[1] وليم نظير ، مرجع سابق – ص ١٧١-١٧٤ .

الصقل ، قاتم اللون يميل للأسوداد إلا ان الأجزاء الداخلية أفتح فى اللون ، كما يوجد به أجزاء منتشرة ذات لون يميل للأحمرار . وبفحص الشرائح الميكروسكوبية للمقاطع الثلاثة لعينة من خشب التمثال ، ومقارنة الطرز التشريحى بالعينات المرجعية ، أتضح أن الخشب المستخدم فى صنع هذا التمثال لة الطراز التشريحى المميز لأنواع جنس السنط " .Acacia sp " الذى يعتبر من أكثر الأخشاب المحلية إستخداما فى مصر القديمة خاصة فى بدايات الدولة القديمة حيث لوحظ التالى :

القطاع العرضى TS : [صورة رقم (٥٧)]

تنتشر العديد من الأوعية الدائرية أو شبة الدائرية أما مفردة أو فى مجاميع زوجية ، يحيط بها عدد قليل من خلايا برانشيمية الخشب وجزء أكبر من ألياف الخشب ، ويفصل بين الأوعية أشعة ضيقة من الخلايا البرانشيمية .

القطاع الطولى المماس LS : [صورة رقم (٥٨)]

تظهر فيه الأشعة النخاعية المغزلية الشكل ، متعددة الطبقات التى تختلف فى أطوالها وعدد طبقاتها .

القطاع القطرى RLS : [صورة رقم (٥٩)]

تظهر فيه برانشيمية الأشعة ذات صفائح تخترقها نقر بسيطة .

° تمثال السيدة التى يعتقد أنها " زوجة شيخ البلد "(مسجل تحت رقم (٣٣) كتالوج

التمثال مشكل فى كتلة من خشب خشن الألياف صلب ، ثقيل نسبيا ، ذو لون بنى فاتح مقارنة بالخشب المصنع منه تمثال " الشاب " . وبفحص الطرز التشريحى لعينات من خشب التمثال مع أجراء مقارنة بالطرز التشريحى للعينات المرجعية وجد أن الخشب المستخدم فى صنع هذا التمثال هو أحد أنواع خشب السنط . Acacia SP والذى يختلف فى صفاته التشريحية عن خشب تمثال " الشاب " . حيث لوحظ التالى :

القطاع العرضى TS : [صورة رقم (٦٠-٦١)]

ينتشر به العديد من الأوعية البيضيه المتسعة التى توجد منفردة أو فى مجاميع يفصل بينها صفوف ضيقة من الأشعة المكونة من الخلايا البرانشيمية ، ويحيط بكل من هذه الأوعية عدد قليل من خلايا برانشيمية الخشب .

القطاع الطولى المماس LS : [صورة رقم (٦٢)]

تنتشر به الأشعة الطولية مغزلية الشكل ، متعددة الطبقات التى تتراوح أطوالها من المتوسط إلى الطويل .

القطاع الطولى القطرى RLS : [صورة رقم (٦٣)]

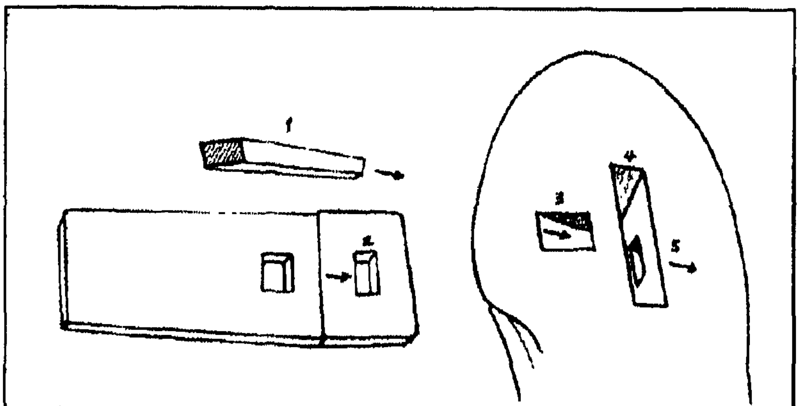
يوجد به عدد من القصيبات ذات التغلظ النقرى ، وصفوف متعامدة من خلايا الأشعة النخاعية بالأضافة إلى صفوف متوازية من خلايا برنشيمية الخشب أو ألياف الخشب

(ب) دراسة الأسلوب المستخدم فى صناعة التماثيل المختارة :-

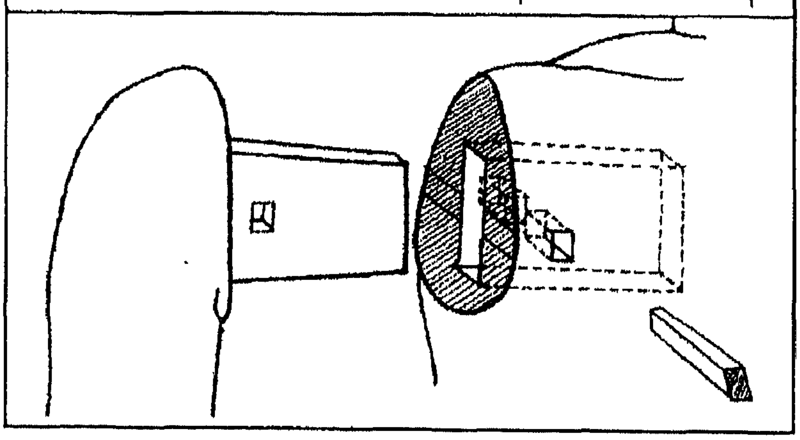
أعتمد أسلوب الصناعة الذى إستخدمه المصرى القديم فى صناعة التماثيل الخشبية موضوع البحث على حجم وطبيعة الكتلة الخشبية المتوفرة لدية والتى تعامل معها مستخدما مهارتة الحرفية والتشكيلية للتغلب على نقط ومواضع القصور بها ، وذلك للوصول إلى الشكل المطلوب بما توفر لدية من خامة ، وهو ما كان متبعاً بصورة عامة فى صناعة وتشكيل التماثيل الخشبية فى مصر القديمة .

ففى تمثال " كاعبر" أستخدم الصانع كتلة خشبية كاملة القطر لتشكيل الجسم المتضخم الذى يميل للإستداره . ولتوفير كمية الخشب المستخدم مع التغلب على الحجم المحدود لكتلة الخشب المتوفرة ، بجانب إعطاء التمثال الأحساس بالحركة المطلوبه ، قام بتشكيل الأذرع بصورة منفصلة ثم تثبيتهم بالجسم وذلك بإستخدام أسلوب التعشيق بالنقر واللسان العيره [طول ١٢سم ، عرض ٤-٤,٥ سم ، سمك ١,١سم] الذى ثبتت إحدى نهايتيه داخل نقر مستطيل بالذراع [٥,٥ × ١,٣ × ٣,٤ سم العمق] مع تأمين التثبيت بإستخدام خابور خشبى مستطيل القطاع يمر بثقب (١,٩ × ١,٤ سم) عند حوالى منتصف النقر فى إتجاه مائل ليخترق اللسان ويثبته فى الذراع [شكل رقم (٣٨) ، صورة رقم (٦٤)] . أما الطرف الأخر للسان وهو الطرف الطويل [طول ٩ سم] فمثبت داخل نقر مناسب بالكتف [٥,٥ × ١,٦ × ١٠ سم عمق] مع زيادة التثبيت بإستخدام خابور مستطيل القطاع [متوسط الطول ١٢,٥ سم] يمر بثقب بالجسم من الأمام فاللسان ليظهر من الاتجاه المقابل بالظهر، وقد تعمد الصانع لزيادة فاعلية هذا الخابور في التثبيت تشكيلة بشكل مسلوب في اتجاه الظهر. و لتحديد الثقوب الخاصة بهذا الخابور بالجسم من الأمام والظهر في نفس الاتجاه وعلى نفس البعد حتى يمكن مرور الخابور

شكل(٣٨)



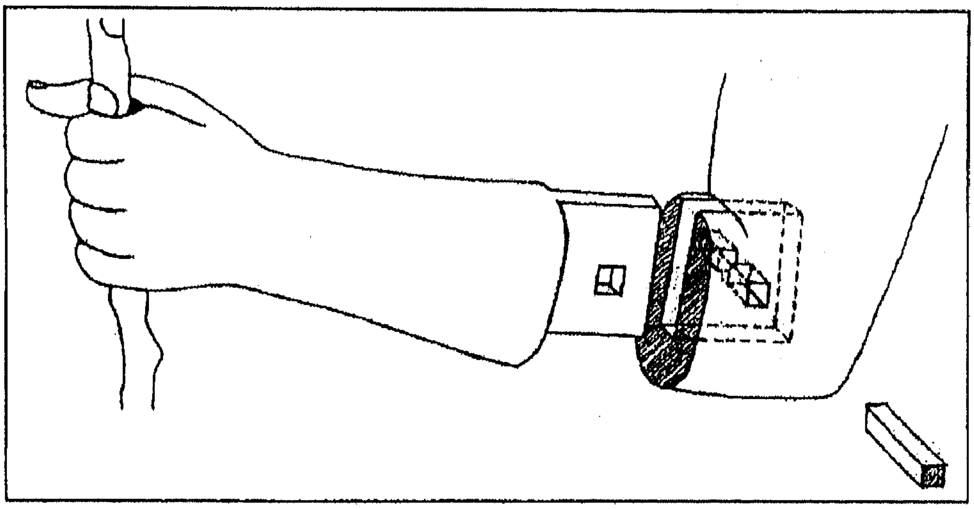
شكل(٣٩)



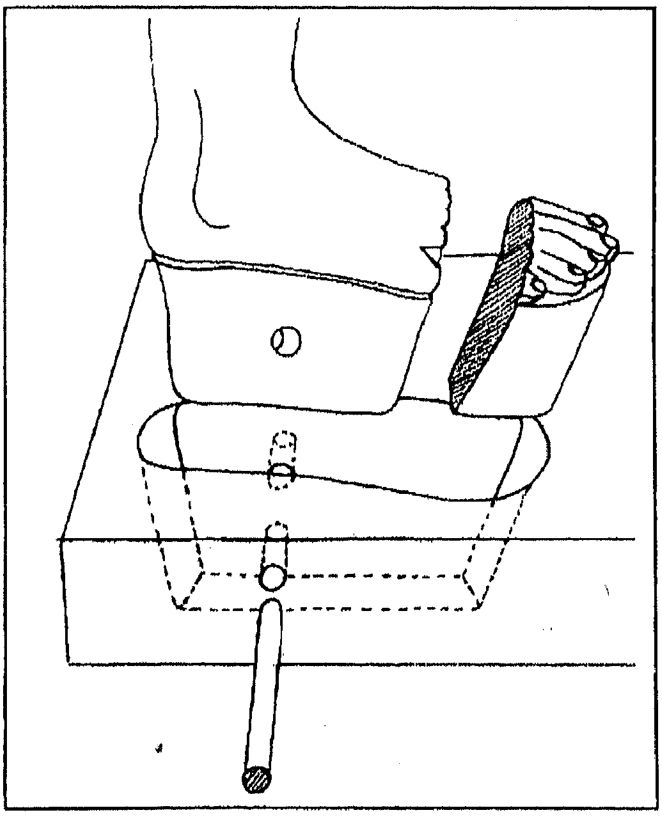
خلالهم بسهولة لجأ الصانع إلى رسم خطين مستقيمين متوازيين باللون الأسود على سطح اتصال الزراع بالجسم يمران بحوالى منتصف نقر تثبيت اللسان، ويحصران بينهما مسافة مساوية لطول الثقب [صورة رقم (٦٥)] [شكل رقم (٣٩)].

كما تعمد الصانع تشكيل الذراع الأيسر المنثنى من جزئين متصلين معا عند الكوع ، بواسطة لسان ممتد من ساعد الزراع ليستقر داخل نقر مناسب بالعضد ، ولزيادة التثبيت إستخدم خابور مربع القطاع يمر بثقب بالعضد فاللسان ويستمر حتى يظهر من الإتجاة المقابل بالعضد [شكل رقم (٤٠)] . أما القدمان [مستكملين بترميم حديث حاليا] فمن المؤكد أن الجزء الأمامى منهما كان مشكلاً من قطع كانت مثبتة فى موضعها بإحدى التراكيب التى إستخدمت فى مصر القديمة لهذا الغرض [شكل رقم(٤١)].

شكل (٤٠)



شكل(٤١)



وللتغلب على العيوب الطبيعية لكتلة الخشب المستخدمة قام الصانع بإحلال الأجزاء المصابة أو الناقصة فى التكوين الطبيعى للخشب بعد تشكيل موضعها بشكل منتظم [مثلث - بيضاوى ....] بأجزاء خشبية من نوع يتميز بالصلابة ومتانة الألياف ، بعد أعطائها الشكل المطلوب ، وذلك فى الخد الأيمن وفوق العين اليسرى . كما قام بتشكيل حلمة الصدر البارزة بأحدى نهايتى جزء أسطوانى من الخشب ثبت داخل ثقب مناسب بالصدر[صورة (٦٦)].

وقد لجأ الصانع لزيادة حيوية التمثال إلى تطعيم العينين ، ويذكر "لوكاس"[١] أن الجفون صنعت من النحاس والبياض من الكوارتز الأبيض غير الشفاف أما القرنية فبللور صخرى سطحه الأمامى مصقول ذو إستدارة بينما الظهر والحواف غير مصقولة ، والقزحية وهى الستارة الخلفية الملونة التى تقع خلف القرنية ، فعبارة عن قرص من الراتنج موضوع وراء القرنية وهى حاليا ذات لون يتراوح بين الرمادى والعسلى، ويرى" لوكاس " [٢] أن اللون الأصلى للقزحية هو اللون العسلى وأن اللون الرمادى الحالى يرجع الى عدم التصاق القرنية تماما بالراتنج بسبب وجود طبقة رقيقة من الهواء مما ينتج عنه ظهور القزحية من الأمام كأنها رمادية اللون وذلك بسبب التأثير الضوئى لسطح القرنية غير المصقول من الخلف . أما الحدقة (إنسان العين) فقد ذكر " لوكاس " [٣] أنها عبارة عن تجويف فى وجه القرنية الخلفى مملؤ بمادة قاتمة جداً ، إلا أن " بورخارد " ذكر أن الحدقة تتكون من مسمار من الخشب ، بينما يعتقد " ماسبيرو " أنها عبارة عن قطعة صغيرة من الأبنوس . وبفحص الحدقة عن قرب وجد أنها عبارة عن ثقب غير نافذ في السطح الخلفي للقرنية مملؤ بمادة توجد بقاياها بالعين اليسرى ومفقودة بالعين اليمنى . أما اللحمية فهى غير ممثلة .

وتطعيم العينين مثبت داخل تجويف مناسب بالوجه ، حيث يوجد بالقرب من الجانب الخارجى لهذا التجويف ثقب مستدير بداخلة كويلة من الخشب يعتقد أنها تستخدم لزيادة تثبيت تطعيم العينين بالوجه [٤] وقد ذكر " Fischer " [٥] أن تطعيم العينين فى بعض الحالات كان يتم تثبيتة عن طريق ساق طويلة تمر بثقب نافذ بالرأس تظهر فتحتاه على جانبى التطعيم من الخارج، وأن هذه الساق كانت تمر خلال ثقب بجزء ممتد من خلف الأطار المعدنى المحيط بالعين . وبفحص تطعيم العين ودراسة أسلوب تثبيتة مع تصويرة بإستخدام جهاز التصوير بالأشعة السينية ، أتضح أنه مثبت داخل تجويف مناسب بالرأس حيث تمتد ساق ذات سمك معتدل من وسط الحافة العليا للأطار المعدنى المفرغ من الخلف فى أتجاه مائل لتأخذ شكلاً منحنياً عند منتصفها تقريبا ، بحيث يثبت طرفها الآخر فى وسط الحافة السفلى للإطار المعدنى من الخلف ، ويؤمن تثبيت التطعيم عن طريق كويلة خشبية مستديرة القطاع تلج من ثقب شبه مستدير بجانب الرأس بالقرب من الحافة الخارجية للعين ، لتمر بالرأس ثم بالفراغ شبة المستدير الموجود فى نهاية الساق المنحنية الممتدة من وسط نهايتى الأطار المعدنى المفرغ من الخلف ، والذى يشكل بحيث يتناسب مع شكل وإتجاة الكويلة ، التى تنتهى داخل الخشب فى الأتجاه المقابل . وقد لوحظ وجود بقايا معجون يحيط بهذه الساق وداخل فراغ تثبيت التطعيم

---

(١) الفريد لوكاس ، مرجع سابق – ص ١٧٣-١٧٤ .

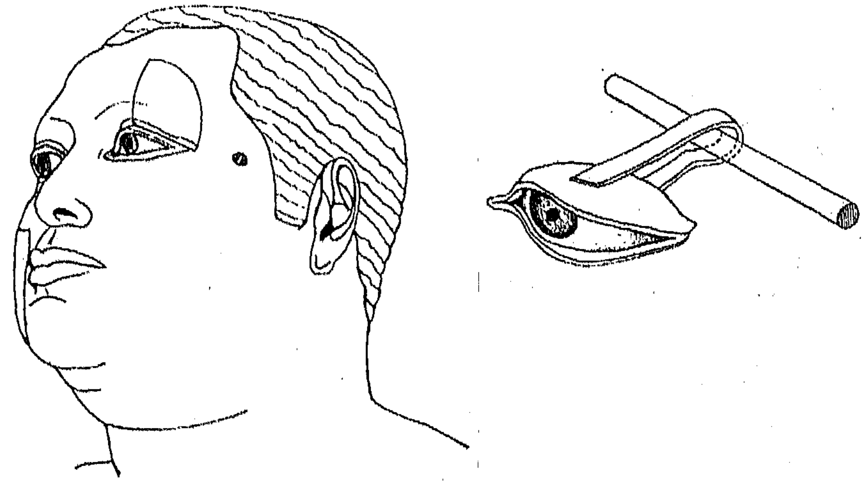
(٢) نفس المرجع السابق ص ١٧٠-١٧١ .

(٣) نفس المرجع السابق – ص ١٧٣-١٧٤ .

(4) **Phillip, J. ; "The Composite Sculpture of Akhetaten", From Amarna Letters, KMT Communication, San Francisco, U.S.A, 1994, p. 60.**

(5) **Fischer, G. ; "Brief Communication, An Old Kingdom Expedient for Anchoring Inlaid Eyes", the Journal of Egyptian Archaeology, Vol. 75, the Egypt Exploration Society, London, 1989, pp. 213-214 .**

مما يؤكد إستخدام المعجون لزيادة تثبيت التطعيم ومنعة من الحركة داخل التجويف الخاص بة [صورة رقم (٦٧) ، شكل رقم (٤٢)] .



شكل(٤٢)

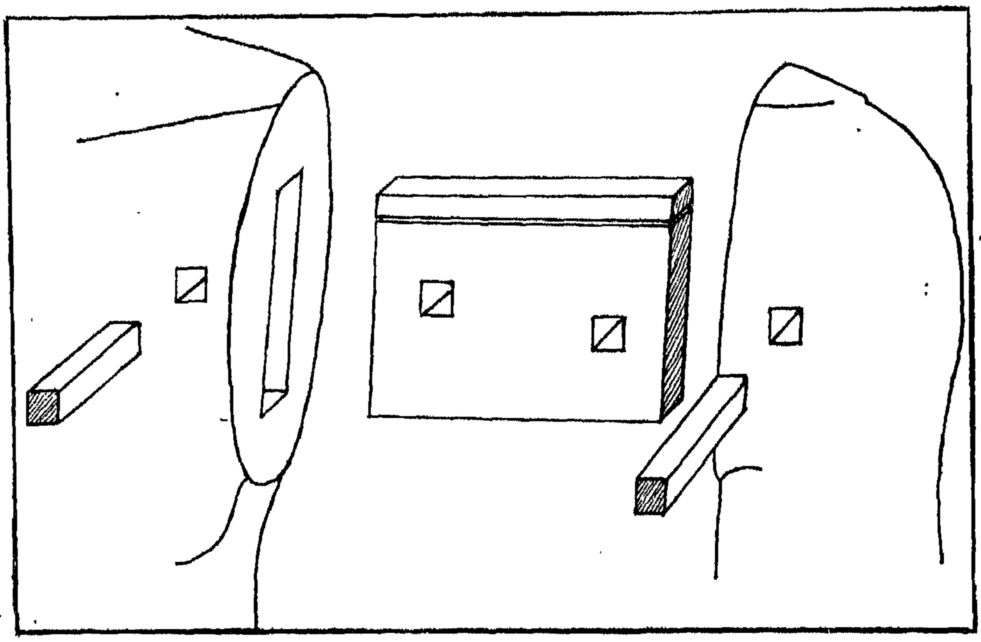
وقد كان التمثال مغطى بطبقة رقيقة من معجون يتكون أساساً من كربونات الكالسيوم والغراء ، أستخدم لإخفاء عيوب الخشب مع إعطاء سطح مستو مناسب للتلوين علية ، ولزيادة تماسك المعجون بسطح الخشب مع حمايتة من التعرض للتشقق والإنفصال أستخدم المصرى القديم طبقة رقيقة من النسيج الكتانى الدقيق النسج كأرضية مثبتة على سطح الخشب ثم تطبيق المعجون عليها [صور رقم(٦٨-٦٩)] . والجسم كان ملونا باللون البنى المائل للبرتقالى [صورة رقم(١٦)] والذى أظهرت الفحوص بأستخدام حيود الأشعة السينية وتفلور الأشعة السينية أحتمال تكونه من هيماتيت مع نسبة من كبرتيد الزرنيخ " Realgar As_2S_2 " الذى ثبت أستخدامه للتلوين فى الدولة الحديثة [1] إلا أنة لم يثبت إستخدامة فى العصور المبكرة ونظراً لصغر كمية العينة التى أستخدمت مع أستحالة الحصول على عينة أخرى بسبب فقد طبقة الألوان التى لم يتبقى منها إلا جزئين صغيرين بالظهر يعتبرا الدليل الوحيد على اللون المستخدم ،لذا لم يمكن أعادة التحليل للتأكد من هذه الأحتماليه وترك لحين توفر وسيلة للتعرف على الألوان بدون أخذ أى عينات حتى لا يقضى على أى من الأدلة الأثرية بالتمثال.

أما تمثال الشاب المسجل تحت رقم "٣٢" كتالوج فهو يتشابة مع تمثال "كاعبر" في بعض الأساليب المستخدمة في الصناعة إلا أنة يختلف في البعض الأخر، فالجسم النحيف مشكل في كتلة خشبية غير كاملة القطر، والأذرع مشكلة بصورة منفصلة بنفس الأسلوب المتبع بتمثال "كاعبر" إلا أن الصانع في هذة الحالة استخدم خابورين مربعين لتأمين لسان التثبيت بكل من الجسم والذراع، حيث الخابور الخاص بالذراع نافذاً أما الخاص بالجسم فيظهر من الأمام فقط[شكل رقم (٤٣)]، ولزيادة تثبيت اللسان داخل النقر الخاص بة استخدم معجون ذو لون بنى محمر لملىء الفراغات بينهم، كما استخدم نفس المعجون لمليء الفراغات بين خط إتصال الذراع بالجسم. أما الذراع الأيسر المنثنى فقد قام الصانع بتشكيله من قطعة واحدة من الخشب وهى حالة نادرة في التماثيل الخشبية كبيرة الحجم ، إذ أنة يشكل في معظم الحالات من جزئين يتم تجميعها معا كما في تمثال "كاعبر" .

---

[1] **Green, L. ; Op. Cit. , pp. 88-89.**

شكل(٤٣)



كما قام الصانع بالتغلب على العيوب الطبيعية فى الخشب بإتباع نفس الأسلوب المستخدم بتمثال "كاعبر" حيث قام بإحلال الأجزاء المصابة أو الناقصة بأجزاء خشبية مضافة تأخذ الشكل المطلوب ، ويظهر ذلك واضحاً فى الأجزاء المستكملة بالجانب الأيسر من الشعر المستعار والوجنة وكذلك عند خط إتصال الذراع الأيسر بالجسم من الأمام . وقد تم تثبيت هذه الأجزاء بإستخدام مادة لاصقة بتحليلها باستخدام جهاز التحليل الطيفى للأشعة تحت الحمراء وجد أنها من الغراء ، كذلك تم تشكيل وتثبيت حلمة الصدر البارزة بنفس الأسلوب الذى أتبع بتمثال "كاعبر" [صورة رقم(٧٠)].

ويتميز هذا التمثال بدقة وجمال تطعيم العينين الذى يتشابه إلى حد ما مع تطعيم العينين بتمثال "كاعبر" . وقد ذكر " لوكاس" [١] أن الجفون من النحاس والبياض من حجر جيرى متبلور والقرنية من البلور الصخرى أما القزحية فذات لون رمادى . إلا أنة ذكر أن الحدقه واللحمية غير ممثلين، غير أنة بفحص العين عن قرب بإستخدام الأستريوميكروسكوب وجد أن الحدقة ممثلة على شكل دائرة قاتمة اللون فى وسط القزحية [صورة رقم(٧١)] . والتطعيم مثبت داخل التجويف الخاص بة بمعجون بنى محمر ولا يوجد أى دليل على إستخدام الكوايل الخشبية المستخدمة فى تمثال "كاعبر" . وقد أستخدم الصانع المعجون البنى المحمر أيضاً لإخفاء العيوب بالتمثال وكأرضية للألوان خاصة فى الشعر الملون باللون الأسود [صورة رقم(٣١)] وقد أثبتت التحاليل أن هذا المعجون مكون بصورة رئيسية من الكالسيت مع نسب قليلة من الكوارتز والهيماتيت. أما الصدرية التىتحيط بالعنق والمقسمة الى خمسة صفوف ، فقد إتضح بتحليل عينة منها أنها كانت ملونة بأكثر من لون ، حيث تم التعرف على اللون الأسود المكون من الكربون، والأزرق المكون من سليكات الكالسيوم والنحاس Cuprorivaite (الأزرق المصرى) وسليكات الكالسيوم التى توجد عادة بنسب متفاوتة مع الأزرق المصرى ويرجع وجودها كما ذكر " El-Goresy "[٣] إلى زيادة نسبة الحجر الجيرى المستخدم فى

[١] الفريد لوكاس ، مرجع سابق – ص ١٧٤ .

[2] **El Goresy and Other ; Op. Cit. , p. 4.**

التصنيع. أما اللون القاتم الذى تحولت له هذه الطبقة فيمكن أرجاعة إلى ما ذكرته "Green" (١) من أن الأزرق المصرى يمكن أن يتحول بالزمن إلى لون قاتم . وقد أكدت هذه النتيجة إستخدام اللون الأزرق المخضر فى الصدرية مع التحديد باللون الأسود وأحتمال أستخدام لون بنى محمر حيث توصل إلى بقايا منة بالفحص بإستخدام الأستريوميكروسكوب ، إلا أنة لم يتمكن من التوصل إلى باقى الألوان المستخدمة بالصدرية نظراً لطمس معالمها والحالة الضعيفة لما تبقى منها مع صعوبة أخذ عينات متعددة دون الأضرار بالأثر .

وفى حالة تمثال "زوجة شيخ البلد" فإن إسلوب الصناعة المستخدم يجمع بين أساليب الصناعة التى أستخدمت فى التمثالين السابقين إذ أنه مشكل فى كتلة من الخشب غير كاملة القطر ، فيما عدا النصف الأيمن من الرأس ، إذ أتضح بدراسة الشرخ الموجود بة ، والذى يبدأ من منتصف الجبهه ماراً بالنصف الأيمن للوجه ثم الذقن فالرقبة حيث يستمر حتى أعلى الرقبة من الخلف فالشعر المستعار (عمق ٦سم) حتى يصل الى منتصف قمة الرأس (عمق ٨,٥سم) ويمتد ليتصل ببداية محيطا بالجانب الأيمن للرأس تماماً ، أنه شرخ نافذ متصل يمثل خط الأتصال بين الجزء الأيمن للرأس وباقى التمثال [صور رقم(٣٠-٣١)] وبفحص الأجزاء الداخلية لهذا الشرخ من الأمام والخلف وجدت بقايا طبقة سوداء ذات لمعه ملتصقة بسطحية ، وبتحليل عينة من هذة المادة بإستخدام جهاز التحليل الطيفى للأشعة تحت الحمراء وجد أنها من الغراء ، مما أكد أن الرأس مكونة من جزئين مجمعين معا بإستخدام الغراء كمادة لاصقة . وتؤكد هذه النتيجة أستخدام الغراء بصورة قاطعة فى تجميع الأجزاء المضافة بالتماثيل الخشبية فى نهاية الأسرة الرابعة وبداية الأسرة الخامسة بما يتعارض مع رأى "لوكاس" الذى أستبعد إستخدامة فى وقت مبكر كمادة لاصقة للأخشاب . وإن كان من المؤكد أن الغراء لم يستخدم فى تجميع التراكيب الصناعية خاصة المستخدمة لتثبيت الأذرع بالجسم حيث أعتمد الصانع فى تثبيتها على الخوابير الخشبية المختلفة الأشكال مع زيادة التماسك بإستخدام المعجون .

أما الجزء الناقص بالجانب الأيمن للبطن فقد قام الصانع بأستكمالة بعد تشكيل سطح الخشب بالشكل المطلوب، بإستخدام جزء شبة مثلث ذو سطح داخلى مختلف المستويات يتطابق مع المستويات بسطح التمثال .وقد تم تثبيته فى موضعة بإستخدام الألسن العيرة[صورة(٧٢)]. بينما قام فى حالة الصدر بتشكيل حلمة الصدر اليسرى فى خشب التمثال أما اليمنى فتم تشكيلها فى قطعة إسطوانية منفصلة ثبتت داخل ثقب مناسب بالصدر كما فى حالة التمثالين السابقين إلا أن ثقب التثبيت فى هذا التمثال أكبر فى القطر وربما يرجع ذلك إلى إختلاف طبيعة الرجل عن المرأة [صورة رقم(٧٣)] . والذراعان فى هذا التمثال (مفقودان حاليا) شكلا بصورة منفصلة ثم ثبتا فى موضعهما بالجسم بإستخدام تعشيقة النقر واللسان كما فى حالة التمثالين السابقين ، إلا أنه لايوجد أى دليل على إستخدام الخوابير المربعة القطاع لتأمين تثبيت الألسن بالجسم ، ويلاحظ أن نقر تثبيت لسان الذراع الأيسر بالجسم مائل بالمقارنة بنقر تثبيت الذراع الأيمن مما يرجح أحتمال أن الذراع الأيسر كان ممتداً للأمام [صور رقم (٧٤ أ-ب)] . ويختلف هذا التمثال عن التمثالين السابقين بأن الصانع قام بتشكيل العينين فى الخشب ، إلا أنة إهتم بإبرازهم وتحديدهم بخطوط غائرة أضافت عليها عمقاً ووضوحاً . كما لجأ إلى صقل سطح الخشب فى الأجزاء التى تمثل قلادة الصدر وشريط العنق بدرجة عالية للحصول على

---

(1) **Green , L. ; Op. Cit. , p. 87.**

سطح أملس متجانس متميز عن باقى سطح الخشب بالتمثال . ثم قام بإستكمالة باستخدام معجون ذو لون بنى محمر مع تحديد المساحات بخطوط سوداء [صورة رقم (٧٥)].

ويلاحظ في هذا التمثال أن الصانع استخدم معجون بنى محمر لإخفاء عيوب الخشب والحصول على سطح أملس ناعم كما في حالة تمثال الشاب ويعتبر ذلك منطقيا في تمثال الشاب نظرا لأن جسم الرجل كان يلون في مصر القديمة باللون البني المحمر إلا أن جسم المرأة كان يلون عادة باللون الأصفر [١] فيما عدا بعض الحالات القليلة التي كان يلون فيها بالبني المحمر. هذا بجانب وجود جزء صغير من طبقة معجون بنى محمر ملتصقة بسطح الخشب بالجزء الداخلي أسفل الجانب الأيسر للوجه وهى ملونة بلون قاتم [صورة رقم(٧٦)]، مما يرجح إحتمال أن التمثال كان ملوناً باللون البنى القاتم . أو أن جسم التمثال لم يكن ملوناً وأن أستخدام المعجون البنى كان لإخفاء العيوب بلون مقارب للون الطبيعى للخشب . وقد أثبتت التحاليل أن هذا المعجون مكون بصورة رئيسية من كوارتز ، وجوثيت مع نسب قليلة من كالسيت وهيماتيت وكربون وجبس . ومن المعروف أن الجوثيت أو المغرة الصفراء إستخدمت فى مصر القديمة للتلوين باللون الأصفر أو للحصول على اللون الأحمر (الهيماتيت) عن طريق الحرق [٢] . ومن هنا يمكن إرجاع تواجد كلا من الجوثيت والهيماتيت فى هذه العينة إلى إحتمالين الأول إستخدامهم بصورة مقصودة للحصول على اللون الأحمر وبالتالى يكون هو اللون الأصلى لجسم التمثال كما أتبع فى نماذج قليلة من تماثيل السيدات . والثانى إستخدام الجوثيت للحصول على اللون الأصفر الذى تحول جزء منة للون الأحمر (الهيماتيت) نتيجة تعرض المقبرة للحريق وهو ما كان شائع الحدوث فى مقابر سقارة فى الدولة القديمة . وقد ذكر "لوكاس" [٣] أنه قد سجل فى مصر عدد من الحالات التى تغير فيها لون المغرة الصفراء فى تصاوير المقابر إلى الأحمر بتأثير الحرارة الناتجة عن إشعال نار فى المقبرة وربما يعلل ذلك تواجد الكربون فى العينة . وبالتالى يكون لون جسم التمثال هو الأصفر .

أما بالنسبة لأسلوب الصناعة المتبع فى صناعة الأقدام ، فلم يمكن التعرف عليه بسبب فقدان الأقدام فى التماثيل الثلاثة ، إلا أن الأحتمال الأكبر أنها صنعت بصورة منفصلة ثم ثبتت فى موضعها بنفس الأسلوب المتبع فى صناعة التماثيل الخشبية فى مصر القديمة حيث يشكل الجزء الأمامى منهما بصورة منفصلة من قطعه خشبية تثبت أمـا بالسـاقين أو بالقاعـدة أو بالأثنين معا باستخدام الألسن أو الكوايل الخشبية ، و تثبت القدمين عادة بالقاعدة عن طريـق جزء ممتد منهما يستقر داخل فراغ مناسب فى الشكل والحجم بسطح القاعدة مع تأمين التثبيت باستخدام كوايل أو خوابير خشبية مستديرة أو مربعة القطاع تلج من ثقب بجانب القاعدة لتمـر بثقب آخر بالجزء الممتد من القدمين وتستمر حتى تستقر فى الجانب المقابل من القاعدة وذلـك لزيادة تثبيت التمثال بالقاعدة [شكل ٤١].

---

[1] **Hayes, W.C. ; "The Scepter of Egypt", Part I , Harper and Brothers in Co-operation With the Metropolitan Museum of Art , New York, 1953, p. 107.**

[2] **Forbes, R. J. ; Op. Cit., p. 238.**

[٣] الفريد لوكاس . مرجع سابق – ص ٥٦٦ .

(حـ) : دراسة مظاهر وعوامل التلف بالتماثيل

ذكر كلا من " Nilsson "و" Daniel "[1] أن العديد من الباحثين مثل " Sandermann " ، " Dietrichs " ، " Punshin " يعتقدوا أن الخشب القديم الجاف يعثر علية بصورة عامة فى حالة جيدة . إلا أن " Chowdhury " الذى قام بدراسة وتحليل أربعة عينات من خشب قديم وجد أن التحليل الكيميائى لعينة تعرضت لظروف الجو لحوالى ٢٢٠٠ عام قد أظهر تخفيض فى السليولوز ومحتوى البنتوزان ، وأن الدراسة بإستخدام الميكروسكوب الضوئى أوضحت أن الآختلاف الأساس بين الخشب القديم والحديث هو ظهور صدوع وإنشقاق حلزونى فى جدران الخلايا للخشب القديم. هذا بجانب وجود فرق يوضع فى الآعتبار فى الأنكسار المزدوج حيث يكون أقل فى الخشب القديم مما يعنى فقدان فى تبلمر السليولوز .

أما " Dodd "[2] فقد ذكر أن الاخشاب المعرضة للهواء الجوى تتدهور بصورة أبطأ من المدفونة بالتربة حيث يتوفر الماء والحرارة مما يؤدى الى تعرض محتوياتها الكيميائية للتحلل المائى ، كما أن التحليل الكيميائى للخشب المدفون قد أظهر إنخفاضاً فى محتوى السليولوز بمرور الزمن حيث يفقد السليولوز غير المتبلور بسرعة أكثر من السليولوز المتبلور ، كما أن وجود اللجنين يؤخر عمليات تميؤ السليولوز مما يفسر مايتم فى المراحل المتقدمة لتدهور جدران الخلايا الثانوية حيث تفقد أولاً طبقة " S_2 " ثم " S_3 " يليها طبقة " S_1 " ويتبع هذا الفقدان لجدران الخلايا زيادة تركيز اللجنين . وقد أظهر الفحص الميكروسكوبى لخشب حديث وأخر قديم أن الخشب القديم قد فقد تماما طبقات الجدار الثانوية S_2 , S_3 كما أن فحص هذا الخشب بإستخدام الأشعة السينية أظهر فقدان كلى تدريجى للمواد المتبلورة .

وبالرغم من ذلك فقد ذكر " Dodd " أن عمليات التميؤ هذة تترك تركيب متماسك للخشب إلا أنة عادة يكون ذا نسيج طرى ، ويرجع ذلك الى وجود الصفيحة الوسطى المتداخلة والتى هى أكثر الاجزاء مقاومة فى الجدران مما يحافظ على إتصال الخلايا ببعضها بالرغم من تآكل الجدران الثانوية وذلك فى شكل إسفنجى . وفى حالة تعرض هذة الخلايا للإنهيار فإن الجدران المتجاورة المتصلة يمكن أن تتبلمر معا ويصبح من الصعب فصلها .

وقد ذكر " Nilsson "[3] أن " Borgin " قد أجرى دراسات دقيقة للتركيب الداخلى الدقيق لثلاثة عينات من خشب جاف ترجع إلى أكثر من ٤٠٠٠ عام حصل عليهم من الأهرامات بمصر ، حيث أكد أنة لم يلاحظ أى تواجد للكائنات الحية الدقيقة فى أى من العينات وأن الفحص الظاهرى لم يظهر أى فرق بين الخشب الحديث والقديم فيما عدا تغير بسيط فى اللون . إلا أن فحص التركيب الداخلى الدقيق لهذة العينات أظهر العديد من مظاهر التلف . حيث فى عينة خشب " العرعر " أظهر الفحص الميكروسكوبى إنفصال فى الطبقات الداخلية فى جدران الخشب " S_2 " عن الطبقات الخارجية وجدران الخلايا الأولية " S_1 - P " كما

---

(1) Nilsson, T. and Daniel, G.; " Structure and the Aging Process of Dry Archaeological Wood", Archaeological Wood , Advances in Chemistry , Serice 225, the American Chemical Society, Washington, 1990, pp. 67-86.
(2) Dodd, R. ; "Degradation of Wood; Journal of Wood Conservation , Vol. 1, No. 1, the Conservation Technology Group, U.S.A, 1985, pp. 71-77.
(3) Nilsson,T. and Daniel, G.; Op. Cit. , p. 69.

أن الألياف الدقيقة فى " S1 " منفصلة ومتموجة . وقد أثبتت الدراسات حدوث إنهيار فى منطقة الصفيحة الوسطى هذا بجانب وجود كمية كبيرة من محتوى الفينولك فى الخلايا البرانشيمية .

أما عينة خشب " الصنوبر " التى تظهر متماسكة فقد أظهرت الدراسات التى أجريت بإستخدام الميكروسكوب الإلكترونى الماسح وجود انحناء فى جدران الخلايا بجانب ضعف فى الصفيحة الوسطى . بينما فى عينة خشب " السنط " أظهرت دراسات الميكروسكوب الألكترونى النافذ حدوث أنفصالات وصدوع فى طبقة " S2 " والصفيحة الوسطى وكذا فى جدران الألياف .

وقد أوضح " Borgin " أن التغير المرئى فى الخشب القديم يكون عاماً صغيرا ، إلا أن عمليات التدهور التى تحدث للخشب الجاف أثناء التقادم تؤدى إلى إضعاف تركيبه الداخلى ويظهر هذا الضعف بوضوح أثناء عمليات إعداد الشرائح وذلك على شكل شروخ وفقدان فى جدران الخلايا كنتيجة للقوى الناتجة أثناء هذة العمليات وهو ما لايظهر أو يلاحظ فى حالة الخشب الحديث . وقد أوجز بناء على الدراسات التى قام بها أهم مظاهر التدهور فى الخشب القديم بتأثر الصفيحة الوسطى ونسيج جدران الخلايا بسبب التغيرات الكيمائية مثل الأكسدة والتميؤ وذلك بصورة أعلى من الألياف الدقيقة للسليولوز وبالتالى فإن تغيرات التركيب الداخلى الدقيق تحدث فى المناطق الغنية بالهيمى سليولوز واللجنين والمحتويات البكتينية هذا بجانب تعرض محتوى اللجنين فى عينات الخشب القديم للإنخفاض بسبب عمليات الأكسدة .

وتعتبر التماثيل الخشبية المختارة للبحث مثال واضح لعمليات التدهور المختلفة التى يمكن أن يتعرض لها الخشب القديم الجاف خلال فترة تواجدة بالتربة . ويمكن إيجاز أهم مظاهر التلف بهذة التماثيل فيما يلى :-

- وجود العديد من الشروخ المختلفة فى الطول والعمق والإتساع ، معظمها فى الإتجاة الطولى لكتلة الخشب ، بعضها سطحى فى الطبقة الخارجية والبعض عميق متغلغل مما أدى إلى إضعاف بنية التماثيل خاصة تمثال " كاعبر " .
- هشاشية وضعف سطح الخشب فى بعض المواضع مصحوبا فى بعض الأجزاء بتغير اللون الطبيعى للخشب للون القاتم مع ظهور بعض الشروخ الدقيقة وسهولة تحول السطح إلى مسحوق .
- فقدان أو أنفصال بعض الوحدات المكملة بالتماثيل كما فى حالة الجزء المكمل للبطن فى تمثال السيدة ، مع تحرك بعض هذه الوحدات من موضعها مثل الجزء المستكمل بوجة " كاعبر" .
- وجود العديد من الثقوب والأنفاق داخل جسم التماثيل ويلاحظ أن بعض هذه الأنفاق ممتلىء ببودرة الخشب والبعض الآخر بطبقات متماسكة من التربة هذا بجانب تآكل الخشب فى العديد من المواضع بصورة متفاوتة وذلك بسبب التعرض للاصابات الحشرية كما يظهر واضحاً فى تمثال الشاب والسيدة .
- نشر النصف السفلى لتمثال السيدة والشاب وكذا اليد اليمنى للشاب هذا بجانب فقد القاعدة ومعظم سيقان " كاعبر " .

- فقد بعض العناصر الرئيسية فى التماثيل والتى صنعت قديما بصورة منفصلة مثـل الأذرع فى تمثال السيدة .
- فقد معظم طبقات الألوان والأرضية الحاملة لها وهشاشية وضعف الأجزاء المتبقية منها .
- أجزاء صغيرة من الخشب مفقودة خاصة باليد والذراع الأيسر " لكاعبر " وعند خط النشـر بجسم السيدة .
- التعرض للتغير فى الأبعاد الأصلية بسبب وجود بعض الشروخ المتسعة والتى سبب بعضها التغير فى شكل الخشب لتعرضها للألتفاف كما فى حالة تمثال الشاب
- تحول بعض الأجزاء السطحية من سطح الخشب إلى اللون الفاتح مـع ليونتهـا وقابليتهـا للإنفصال عن السطح وسهولة تفتتها كما فى حالة تمثال "كاعبر " .
- وجود العديد من الدلائل على إجراء عمليات ترميم سابقة بالتماثيل أسـتخدم فـى بعضـها أساليب ومواد غير مناسبة لطبيعة الأثر وأسلوب صناعتة .
- وجود طبقة رقيقة من مادة بيضاء معتمة متماسكة تغطى سطح الخشب أو أجزاء منة ممـا أدى إلى طمس الكثير من المعالم وتشوة المظهر العام كما فى حالة تمثال "كاعبر " والسيدة
- ظهور بعض العلامات والخطوط الغائرة بسطح الخشب ناتجة عن ألة حادة وبعـض هـذه الخطوط مملؤ بمادة بيضاء كما فى حالة تمثال السيدة و كاعبر .
- وجود بقع من نوعيات مختلفة من الشوائب والعوالق على سطح الخشب بعضها لمواد ترميم والبعض لمواد طلاء حديث وفضلات طيور .
- الأطار المعدنى المحيط بتطعيم الأعين بتمثالى " كاعبر " و الشاب مغطى بطبقـات كثيفـة ومتنوعة من نواتج الصدأ هذا بجانب وجود تكلسات وشوائب على بياض العين أدى إلـى تشوهها مع تغير لون القزحية وشبة إعتام فى قرنية العين اليمنى لتمثال "كاعبر" .

وبدراسة هذة المظاهر ومحاولة التعرف على العوامل المسببة لها وذلك بالرجوع إلـى المراجع العلمية والدراسات السابقة التى تتعلق بأهم عوامل تلف الأخشاب ، بجانب الرجـوع إلى المراجع الأثرية التى تشتمل على تاريخ هذه التماثيل ومحاولة التوصل إلى أقـدم تسـجيل أثرى لها للتعرف على التغيرات التى طرأت عليها بعد الكشف عنها . هذا بالاضافة إلى أجراء الفحوص الدقيقة لمظاهر التلف بإستخدام العدسات المكبرة والأستريوميكروسكوب وأخذ عينات غير متلفة وفحصها تحت الميكروسكوب الضوئى مع أسـتخدام الميكروسـكوب الألكترونـى الماسح (SEM) والنافذ (TEM) للتوصل إلى التغيرات التى طرأت على التركيب الداخلى الدقيق للخشب . كذلك تم إجراء التحاليل المختلفة للتعرف على مكونات هذة العينات بأستخدام طريقة حيود الأشعة السينية وجهاز التحليل الطيفى للأشعة تحت الحمـراء بجانـب التحاليـل الكميائية .

وقد نتج عن هذة الدراسة التوصل للأسباب والعوامل التى تعرضت لها التماثيل الثلاثة أثناء فترة الدفن وبعد الكشف عنها والتى سببت حدوث مظاهر التلف السـابقة هـذا بجانـب التوصل إلى العلاقة التى تربط بين طبيعة الأخشاب وأسلوب الصناعة الـذى أسـتخدم قـديما بالتماثيل الثلاثة والعوامل السابقة مما ساعد على زيادة مظاهر التلف . ويمكـن إيجـاز أهـم العوامل التى أدت إلى تعرض التماثيل للتلف فيما يلى :-

١- التلف البشرى :-

يعتبر هذا العامل من أهم العوامل التى كان لها أكبر الأثر فى تعرض التماثيل المختارة للتلف ويمكن تقسيم هذا العامل إلى قسمين هما التلف المتعمد الذى قد يتعرض له الأثر بواسطة أشخاص مختلين عقليا أو ليس لديهم الوعى الأثرى الكافى أو لأغراض سياسية أو أقتصادية . والتلف غير المتعمد والذى ينتج عن الأهمال أو عدم المعرفة أو بسبب حادث عرضى . وقد يتعرض الأثر لهذا العامل أثناء عمليات الكشف بالحفائر أو خلال عمليات النقل أو العرض أو بالمخازن أو أثناء عمليات الترميم . وفى كلا الحالتين فإن الأثر يتعرض للضرر الذى قد يصل إلى حد القضاء علية تماما أو إلى حالة يصعب علاجها .

ويعتبر عامل التلف غير المتعمد هو المسئول عن تعرض التماثيل المختارة للعديد من مظاهر التلف والتى يمكن أجمالها فيما يلى :-

١/١ : وجود طبقة معتمة شديدة البياض تغطى سطح الخشب فى كلا من تمثالى "كاعبر" والسيدة ، والتى أدت إلى تشوه التماثيل وإخفاء جزء كبير من التفاصيل [صور رقم ٥-٣٤] . وقد تم أخذ العديد من العينات من هذة الطبقة من مواضع مختلفة للتعرف على مكوناتها حيث تم تحليلها بإستخدام طريقة حيود الأشعة السينية وقد أتضح من نتيجة التحليل أن هذة الطبقة مكونة فى حالة تمثال "كاعبر" من الجبس والكوارتز والسليكات بما يتضمن معادن الكاولينيت وألبيت الفلدسبار والدولوميت وهى معادن متوفرة فى خليط الطين الذى كان يستخدم لعمل القوالب ، هذا بجانب نسب قليلة من التلك الذى كان يستخدم كمادة عازلة قبل عمل القالب ،مع وجود الأوكسالات كمكون ثانوى والتى يرجح أن وجودها نتج عن نشاط بيولوجى أو نتيجة إستخدام مواد ترميم فى عمليات سابقة أو أنها مادة متحولة نتجت عن تفاعلات للكالسيت أو الجبس. أما فى حالة تمثال " السيدة " فقد وجد أن هذة الطبقة البيضاء المعتمة مكونة بصورة رئيسية من الكوارتز والكاولينيت والتلك والجبس وذلك بنسب متفاوتة حسب موضع العينة .

ونظرا لأن طبقة المعجون الأصلى بتمثال "كاعبر" مكونة أساساً من الكالسيت والرمل وهى ذات لون مصفر بينما فى حالة تمثال "السيدة" فطبقة المعجون الآصلى ذات لون بنى محمر ومكونة من الكوارتز والهيماتيت والجوثيت . لهذا فهى تختلف تماما عن الطبقة البيضاء المعتمة التى توجد على سطح التمثالين والمكونة أساساً من مواد تستخدم فى عمليات صب القوالب . وقد أثارت هذة النتيجة إمكانية أرجاع وجود هذة الطبقة البيضاء المعتمة على التمثالين إلى عمل قالب عليها فى وقت سابق . إذ أن الأسلوب الذي كان متبعاً في هذا الحين هو عمل القالب على الأثر مباشرة وذلك بعد تغطيته بطبقة عازلة من بودرة التلك أو الكاولين ثم عمل طبعة من الطين الطرى مكونة من أكثر من جزء يتم فصلهم عن التمثال باستخدام أداة معدنية حادة كالسكين، وعن طريق تجميع هذه الأجزاء يمكن الحصول على نسخة للتمثال من الجبس. وقد عضد هذا الرأى بجانب نتائج التحاليل السابقة العديد من الظواهر التى لوحظت بكلا التمثالين أثناء فحصهم بإستخدام العدسات المكبرة والاستريوميكروسكوب الذى تصل قوة تكبيرة إلى (40 X) حيث لوحظ التالى :-

- وجود الطبقة البيضاء المعتمة داخل الشروخ وفوق الأجزاء المتآكلة والمفقودة . وحيث أن معظم هذه الشروخ والأجزاء المفقودة من سطح الخشب قد حدثت بعد دفن التماثيل بالمقبرة ، إما نتيجة لتعرضها للجفاف الشديد أو بسبب الهجوم الحشرى ، لذا فإن هذه المادة حديثة أضيفت للتماثيل بعد الكشف عنها وهذا يعلل وجودها فى هذه المواضع [صور رقم (٧٧-٧٨)] .

- وجود بقع من هذه المادة ملتصقة بسطح الخشب على ألسن تثبيت الأذرع بجسم تمثال "كاعبر" وداخل النقر الخاص بهذة الألسن [صورة رقم ٧٩] وليتم ذلك فإنة لابد من فصل الأذرع وهو ما قد تم أثناء عمليات عمل القالب ومما يؤكد هذا الرأى أن خابور تأمين تثبيت لسان الذراع الأيمن بالجسم ثبت عكس أتجاهة الأصلى [صورة رقم (٨٠أ-ب)]
- تغطى المادة البيضاء فى تمثال السيدة أجزاء من رقم التسجيل المكتوب بطلاء أحمر حديث وبعد إزالتها ظهر أسفلها الطلاء الأحمر [صور رقم (٨١أ-ب)].
- توجد هذه المادة فى تمثال السيدة فوق طبقة الألوان الأصلية بكل من الشعر و الصدرية وشريط العنق مما نتج عنة أخفاء التفاصيل والألوان[صورة رقم ٨٢].
- لوحظ فى تمثال "كاعبر" وجود بقع غير منتظمة ناصعة البياض فى بعض الأجزاء وذلك بشكل غير متعمد مثل باطن الساق اليمنى من الخلف وعلى جزء صغير فوق الصدر الأيسر وفوق تجاعيد الظهر [صور رقم ٨-١٠-٨٣] .
- وجود مجموعة من الخطوط الدقيقة الغائرة بسطح خشبى التمثالين تقسمهم بأسلوب منتظم متماثل وبدراسة هذة الخطوط وأسلوب توزيعها على التمثالين مع فحصها باستخدام الأستريوميكروسكوب لوحظ وجود بقايا المادة البيضاء داخلها حيث يلتصق بسطحها طبقة قاتمة اللون تميل للمعان مما يؤكد أنها ناتجة عن أستخدام أداة معدنية حادة وذلك لتقسيم القالب الطينى إلى أجزاء حتى يمكن فصلة عن التمثال [صور رقم (١٢-١٧ -١٨-٤٢-٨٤ أ-ب)] .

ومما يؤكد عمليات صب قالب على تمثال " كاعبر " التوصل إلى خطاب كتبه " ماريت " [1] فى مارس عام ١٨٦٨ بعد عودة التمثال من معرض باريس الذى أقيم عام ١٨٦٧ ، حيث يذكر " ماريت " فى هذا الخطاب انة قد لاحظ أثناء فض تغليف التمثال الذى تأخر للعديد من الأسباب انه قد تم صب قالب علية فى باريس خلال المعرض وأن هذا قد تم بصورة غير شرعية بواسطة العمال اللذين كانوا مكلفين بعمل قالب لتمثال خفرع المرمر . وقد ذكر " ماريت " فى خطابة أن عمل القالب قد أضر بالتمثال وأن ذلك قد ظهر فى تأكسد الأطار المعدنى المحيط بتطعيم العين مما أدى إلى تمدده مسببا فصل جزء من الجبهة وزيادة فصل الجزء الموجود بالجانب الأيمن للوجنة هذا بجانب تشوة التطعيم والتأثير على شفافية القرنية . كذا ذكر "ماريت" أن عمليات عمل القالب نتج عنها ظهور العديد من البقع الكبيرة والطبقات البيضاء على سطح التمثال . وقد صرح فى هذا الخطاب أن التمثال فقد جزء من قيمته بسبب مالحقة من أضرار نتجت عن عمليات صب القالب الذى يعتقد أنة من الجبس ، وأكد على ضرورة منع ظهور أى نماذج ناتجة عن صب هذا القالب على رأس التمثال إذ أنة كان يعتقد أن القالب تم عملة للرأس فقط وأن البقع التى توجد على الجسم قد حدثت بصورة عرضية إلا أن فحص التمثال وعلامات فصل أجزاء القالب أكد أن عمليات الصب شملت جزء كبيراً من الجسم يتساوى إلى حد كبير مع الجزء المتبقى من تمثالى الشاب والسيدة .

---

[1] **Wallon, M.H.; "Notice Historique Sur Larie et les Travaux de Mariette Pacha", Academie des Inscriptions et Belles-Lettres, Institute de France , Paris, 1883, XIII, pp. 142-143.**

وقد أكدت " Murray " [1] حدوث عمليات الصب على التمثال أثناء معرض بـاريس ذاكرة أن المواد الرطبة التى أستخدمت لصناعة القالب قد أزالت الألوان التى كانت موجـودة على الرأس كما أنها أثرت على مظهر تطعيم العينين .

أما بالنسبة لتمثال " السيدة " فقد تم التوصل إلى صورة له ترجع إلى أواخـر القـرن السابق تظهر فيها علامات فصل القالب واضحة [٢] [صورة رقم(٨٥)] ، كذا تم التوصـل إلى نموذج قديم للتمثال مصنوع من الجبس ، وقد لوحظ أن علامات فصل القالب على النموذج تتطابق تماما مع الخطوط الغائرة الموجودة على التمثال والناتجة عن عمل القالب . هذا علمـا بأن القالب القديم الذى شكل على التمثال قد أستحدث ومازال يستخدم حتى الآن فى عمل نماذج لة بقسم النماذج التابع للمجلس الأعلى للآثار [صورة رقم(٨٦)] .

ومما سبق يمكن تلخيص مظاهر التلف التى نتجت عن عمل القالب على كلا من تمثالى " كاعبر " و " السيدة " فيما يلى :-

- صدأ الأطار المعدنى المحيط بتطعيم أعين " كاعبر " مما أدى إلى زيادة حجمـه وبالتـالى تأثيره على الشروخ المحيطة بة .
- تسرب بعض المواد المستخدمة فى عمل القالب إلى داخل تطعيم أعين " كاعبر " وذلك أسفل القرنية الشفافة مما أثر على اللون والمظهر العام للقزحية خاصة للعين اليمنى التـى مـن الواضح أنها تعرضت لتحرك القرنية عن موضعها .
- التأثير على بقايا الألوان التى كانت موجودة بالتمثالين خاصة تمثال كاعبر .
- تغطية سطح التمثالين بطبقة معتمة بيضاء أدت إلى طمس ماتبقى مـن الـوان وزخـارف وتحول اللون الأصلى للخشب إلى لون مائل للبياض أدى إلى تشوه المظهر العام للتماثيـل وطمس الكثير من التفاصيل .
- تأثر المادة اللاصقة المستخدمة فى لصق الجزء المضاف بالجانب الأيمـن لوجـه تمثـال "كاعبر " مما أدى إلى ليونتها مسببا تحرك هذا الجزء عن موضعه .
- زيادة تآكل وضعف الطبقة السطحية ذات اللون الفاتح بخشب تمثال " كاعبر " .

٢/١ : فقد الجزء السفلى من تمثالى الشاب والسيدة إذ لم يتبقى منهم حاليا إلا الجذع فقط أمـا باقى التمثالين فقد تم نشرة بإستخدام منشار معدنى والذى أتضح من فحص علامات النشر أنـة منشار حديث إذ أنة يعمل فى أتجاهين (شد ودفع) [صور رقم ٢٣-٢٤-٣٨] بينما المنشار فى الدولة القديمة كان منشار شد فقط مما يرجح أن عمليات النشر قد تمت حديثا ، ومما يؤكد هذا الرأى الحقائق التالية :

- تعرض التمثالين لتآكل حشري شديد خاصة تمثال الشاب ومن الواضح من شـكل وحجـم وإتجاه التآكل أنة بدأ من القدمين اللذين كانا على أتصال بالأرض وأستمر متغلغلاً إلى أعلى] صور رقم ٢٣ -٣٨-٨٧].

---

[1] **Murray, M.; " Egyptian Sculpture", Duchworth, London, 1930, pp. 64-65.**
[2] **Maspero ; " le Musee Egyptian" Public par M.E. Grebout, Tome Premier, Le Cairo, Impriemerie De L'institut Francais D'Archeologie Orentale, 1890-1900, pp. 13-14, pl. XIV.**

- بالرجوع إلى كل مانشر عن التمثالين في المراجع العلمية وجد أن جميع الباحثين(1) قد أجمعوا على أن الجزء السفلى من تمثال الشاب الواقف دمر تماما وأن جذع السيدة هو كل ماتبقى من تمثالها الواقف، ولم يذكر في أي من المراجع أن التمثالين كانا في الأصل تمثالين نصفين.

- بدراسة التماثيل النصفية التي صنعت لهذا الغرض قديما وجد أنها عبارة عن كتلة واحدة من الخشب ليس لها أذرع مع عدم الاهتمام بتشكيل التفاصيل الدقيقة للجسم وهو ما يتعارض مع تمثالي الشاب والسيدة] صور رقم(٨٨ أ-ب)].

- من الواضح من دراسة بقايا أثار التآكل الحشري الشديد في القطاع المنشور بتمثال الشاب أنها التي حددت موضع نشر التمثال مع ملاحظة أن التمثالين منشورين في نفس الموضع تقريبا بنفس الأسلوب بحيث تم الحفاظ على الفرق الأصلي في النسب والطول بينهم.

- القطاع المنشور بجسم الشاب غير مستقيم إذ أنة مائل قليلاً في الأتجاة الأيمن.

- من المؤكد أن نشر اليد اليمنى بتمثال الشاب قد تم حديثا إذ لايمكن للمصرى القديم مع ما يعتنقة من معتقدات أن يضع تمثال بيد واحدة هذا بجانب وجود دلائل على الإصابة الحشرية بالقطاع المنشور لليد] صورة رقم(٢٤)]. وبدراسة الذراع الأيمن وحساب طولة في حالة وجود اليد وجد أن طول الذراع في هذه الحالة سيكون أطول من جزء الجسم الموجود حاليا حيث الفرق بين قطاع اليد والجسم ٢سم بينما طول الجزء المفقود من الذراع بدون اليد ٥ سم.

- تمثال الشاب يمثلة واقفا بحيث تتقدم الساق اليسرى خطوة للأمام وهو ما ليس لة معنى في حالة كونه تمثال نصفى .

- من الواضح أن تمثال الشاب كان يقبض بيدة اليسرى الممدودة للأمام على عصا السير الطويلة والتى كانت مثبتة داخل فراغ أسطواني بوسط اليد، وهو ما لا يمكن أن يتم إلا لو كان التمثال كاملاً يمثل صاحبة في وضع الوقوف.

- وفى حالة وجود ذراعي السيدة المصنوعين بصورة منفصلة والمؤكد وجودهم من وجود نقرى تثبيت لسان الأذرع بالكتفين، فإن طولهما كان سيكون أكبر من طول الجزء المتبقي حاليا من جسم التمثال.

٣/١: أجراء بعض عمليات الترميم السابقة باستخدام مواد وأساليب غير مناسبة لخامة وطبيعة التماثيل مثل:-

- استخدام شمع برافين في ترميم تطعيم العين اليمنى وبعض أجزاء من الذراع الأيمن لتمثال " كاعبر " مما أدى إلى زيادة تشوه التطعيم وإعتامة وإلى وجود تغير في لون الذراع الأيمن

---

(1) Drioton, E. ; "Encyclopedie Photographique De L'art Le Musee Du Cairo", Editions TEL., France, 1949, p. 35.
- Saleh, M. and Sourowzian, H.; Op. Cit., No. 41-42.
- Borchardt, V.L.; Op. Cit. , pp. 31-32.
- Carpart, J. ; "Some Remarks on the Sheikh El-Beled", the Journal of Egyptian Archaelogy, Vol. VI, the Egypt Exploration Fund , London , 1920, p. 228.

- استخدام مواد لاصقة حديثة مثل الغراء الحيواني والفينافيل لتجميع جزئى الذراع الأيسر لتمثال "كاعبر" وهى مواد لاصقة قوية لها أضرارها ومن الصعب التخلص منها عند الحاجة بدون تعرض الخشب للضرر خاصة في حالة الخشب الهش الضعيف [صورة رقم (٨٩)].
- تغير أسلوب الصناعة القديم عن طريق لصق بعض اللحامات التى كانت مجمعة معا أصلاً باستخدام الألسن العيرة والخوابير فقط وذلك باستخدام مادة لاصقة كالغراء كما في حالة خوابير تأمين لسان تثبيت ذراعي الشاب بالجسم مما جعل من الصعب فصل هذة التراكيب.
- تثبيت بعض الأجزاء التي كانت منفصلة في غير موضعها الصحيح كما في حالة الذراع الأيسر لتمثال "كاعبر" حيث تم تثبيت جزء خشبي صغير عند موضع أتصال الساعد بالعضد من الخارج وهو يخص نفس الموضع ولكن في الأتجاة المقابل (من الداخل) ، وكذا تثبيت جزء صغير أسفل موضع الأتصال في غير موضعة بحيث أصبح بارزاً عن خطوط تجميع الذراع مسببا تشوهة [صور رقم (٨٩-٩٠ أ-ب)].

٢- الرطوبة النسبية :-

الخشب مادة هيجروسكوبية لها ألفة أو تجاوب للماء ويرجع ذلك إلى تأثير قطب مجموعات الهيدروكسيل (OH) الموجود فى كلا من السليولوز والهيمسليولوز اللذان يعتبرا مكونان أساسيان فى تركيب الأنسجة الخشبيبة ، وبالتالى فإن الخشب لدية إستعداد كبير لإمتصاص وإعطاء الرطوبة ، ويتوقف ذلك على كمية الرطوبة فى الجو المحيط بة[1] .

وعند جفاف الخشب فإنة يفقد أولا الماء الحر الموجود فى فراغات الخلايا والذى لايكون لة تأثير على إنكماشة ، إلا أنة عندما يبدأ فى فقدان الماء الموجود بجدران الخلايا فإن ذلك يؤدى إلى إنكماش نسيج هذة الجدران مما يخفض من حجمها مؤديا إلى أنكماش الخشب ، وبالتالى فإن الماء الممتص بواسطة جدران الخلايا والذى يطلق علية الماء الرابط" Bond water هو المسئول عن عمليات التمدد والإنكماش للأخشاب [2] .

وبتعرض الاخشاب لعمليات التمدد والإنكماش فإن ذلك يؤدى إلى حدوث حركة بالخشب تختلف فى نوعيتها وقوتها ومدى تأثيرها على الخشب على عدة عوامل أهمها:-

- معدل تغير بخار الماء فى الجو المحيط .
- إتجاة القطع للخشب المستخدم إذ أن الخشب لاينكمش بمعدل متساوى فى كل الإتجاهات فإنكماشة فى أتجاة الألياف (الطولى) لايتعدى ٠,١ % أما أنكماشة فى الإتجاة المماس فيتراوح من ٥ إلى ١٠ % بينما يتراوح إنكماشة فى الإتجاة القطرى (الشعاعى) من ٣ إلى ٦ % وتزداد هذة القيمة مع الزيادة فى كثافة الخشب وبالتالى فإن الإنكماش فى الاتجاة المماس يكون حوالى ضعف الإنكماش فى الإتجاة القطرى مما يفسر سبب حدوث الشروخ

---

[1] نادية لقمة ، " علاج وصيانة الأخشاب الملتفة تطبيقا على أحد عربات الملك توت عنخ أمون " -رسالة ماجستير - قسم ترميم الأثار - جامعة القاهرة - ١٩٨٦ - ص ٣٨-٤٣ .

[2] **Schniewind, A.P.; "Physical and Mehmical Properties of Archaelological Wood", Archaeological Wood, Advances in Chemistry Series 225, The American Chemical Society, Washington, 1990, p. 95.**

فى الأتجاة القطرى عند جفاف كتلة من الخشب [١]

- نوع الخشب إذ أن بعض الأخشاب مثل الماهوجنى والتك والجوز التركى والارز الأحمر وخشب تنوب دوجلاس لايكون لهم ميل للتشقق بصورة ملحوظة عند الجفاف ويرجع ذلك إلى أن الإختلاف بين الانكماش فى الأتجاة القطرى والمماس لهذة الأخشاب يكون صغيراً بينما فى أنواع أخرى يكون هذا الاختلاف كبيرا لذا تكون عرضة للتشقق قطريا عند الجفاف مثل خشب الزان والسنديان والقرو [٢] .

- الحالة الأنشائية للخشب ودرجة القيود الواقعة على تركيبة بواسطة العناصر التركيبية الأخرى .

وبأستمرار تعرض الأخشاب للحركة الناتجة عن تغيرات الرطوبة النسبية بالجو المحيط تؤدى خاصة فى حالة الأخشاب الضعيفة بسبب عامل القدم إلى ظهور العديد من مظاهر التلف من إنفصال الألياف والتعرض للتشقق إلى تغير فى الأبعاد والإلتفاف والتشوة بجانب فقد معظم طبقات التطعيم والمعجون .

ويزيد من تأثير هذا العامل على الآثار الخشبية وجود بعض العوامل المساعدة التى تتضامن معه مثل أسلوب الصناعة المستخدم قديما ووجود بعض العيوب الطبيعية بالخشب المستخدم . ويظهر تأثير هذا العامل والعوامل المتضامنة معة واضحاً فى التماثيل الثلاثة المختارة وذلك فى المظاهر التالية :

- تعرض الخشب لضعف الترابط بين اليافة بسبب تكرار الحركة الناتجة عن تغيرات الرطوبة مما أدى إلى إنفصال الألياف عن طريق تكوين صدوع وشقوق أو بواسطة إنفصال جزئى أو كامل لخلايا مفردة أو مجموعة من الخلايا ، مما يسبب حدوث شروخ وذلك فى الأتجاة الشعاعى ، وتختلف هذة الشروخ فى العمق والحجم حسب حالة الخشب وقوة الحركة التى يتعرض لها . ويظهر ذلك واضحاً فى الشروخ العديدة التى توجد بالتماثيل الثلاثة والتى تتميز بأن بعضها سطحى والبعض عميق متسع .

- حيث أن التماثيل الثلاثة مشكلة فى كتل مصمتة من الخشب لذا فإنة بتعرضها للجفاف تصبح طبقة السطح أكثر جفافا بالمقارنة بالأجزاء الداخلية لكتلة الخشب التى تظل محتفظة برطوبتها مما يتولد عنة قوى ميكانيكية (شد وكبس) تظهر على شكل صدوع وأنشقاق فى طبقة السطح والتى فى حالة أستمرار عمليات الجفاف يمكن أن تحدث فى الأجزاء الداخلية وذلك فى المراحل المتأخرة . ويظهر ذلك واضحاً فى التماثيل الثلاثة خاصة تمثال "كاعبر" المشكل فى كتلة خشبية كاملة القطر .

- زيادة إتساع الشروخ التى وجدت بالخشب أصلاً عند إستخدامة قديما والتى كان الصانع القديم يلجأ إلى إخفائها بإستخدام المعجون ، إلا أنة نتيجة تعرض الخشب لتغيرات فى الرطوبة النسبية أدى ذلك إلى حركة هذة الشروخ مسببة طرد طبقة المعجون القديم مع تعرضها للإتساع مؤديا إلى تشوة الأثر . ويلاحظ هذا المظهر فى الشرخ الموجود بالجانب الأيمن لوجة تمثال الشاب (٣٢) والذى تساقط معظم المعجون القديم الذى كان بداخلة وفى

---

(1) Stamm. A.D. ; "Wood Deterioration and its Prevention", Conservation of Wooden Objects, Vol. 2, New York Conference on Conservation of Stone and Wooden Objects, IIC., Second Edition, London, 1971, p. 3.

(2) Gettens, R. and Stout, G.; "Painting Materials", Dover Publication, Inc., New York, 1966, p. 263.

الشرخ الذى يوجد أعلى العين اليسرى والذى زاد فى الأتساع مع تعرض حوافة للإلتفاف . وكذا فى الشرخ الطولى العميق الذى يوجد بطول يمين ظهر تمثال "كاعبر" (٣٤) والشرخ الطولى الذى يوجد بطول يسار الظهر [صور رقم(٩١ أ-ب)].

- ظهور فراغات بين خطوط لحام الوحدات المشكلة بصورة منفصلة بالتماثيل نتيجة لتغيـر أبعاد الخشب وتعرض بعض أجزاءة للإلتفاف ، ويظهر ذلك واضحاً عند خطوط لحام أذرع تمثال "كاعبر" بالجسم وكذا تمثال الشاب خاصة عند الذراع الأيمن .

- ضعف وسقوط طبقات الألوان والمعجون نتيجة لضعف الترابط بينها وبين سطح الخشـب بسبب الحركة المستمرة الناتجة عن تغير الرطوبة وقد أدى ذلك إلى فقـد معظـم طبقـات المعجون والألوان بالتماثيل الثلاثة هذا بجانب تساقط المعجون المستخدم كمادة مالئة لتثبيت بعض الوحدات المضافة بالتماثيل مما أدى إلى عدم ثباتها كما فى حالة تطعيم أعين الشاب وكاعبر .

- عدم القدرة على تجميع الأجزاء الخشبية المضافة التى صنعت قديما بصورة منفصلة بشكل سليم متكامل نتيجة تعرضها للتغير فى الشكل والأبعاد ، إذ أن المصرى القديم كان يلجأ فى حالة وجود فراغات أو منطقة مصابة فى كتلة الخشب المستخدمة إلى أزالتها بشكل منـتظم ثم أستكمالها بجزء خشبى مضاف من نفس نوع خشب التمثال وفى بعض الحـالات مـن خشب أكثر صلابة وإنتظاما للألياف وذلك حسب موضع وشكل الجزء المراد إستكمالة . لذا فإنة عند تعرض الأخشاب إلى الحركة الناتجة عن تغيرات الرطوبة النسبية يؤدى ذلك إلى تعرض هذة الأجزاء المضافة إلى الإنفصال والتشوة الذى قد يصل إلى حد تغيـر حجمهـا وشكلها عن الفراغ الخاص بها . كما حدث فى الجزء المستكمل أعلى الجانب الأيسر لوجة الشاب والذى زاد من تشوهة أن المنطقة التى تعلوة مستكملة بأكثر من قطعة من الخشـب متصلين بفراغ الجزء المستكمل الأساس من الداخل وبالتالى فإن حركة هذة الأجزاء سيكمل ضغطاً على هذة المنطقة مسببة طرد الجزء المكمل لها مع زيادة إتساع الشرخ الذى يعلـو الحاجب الأيسر والذى يتصل بالجزء المستكمل من أعلى . وقد نتج عن ذلـك أن الجـزء المكمل لهذا الفراغ أصبح أقل فى الحجم [صور رقم (١٩-٢٨-٢٩)]. ويلاحـظ هـذا التأثير أيضا فى حالة الجزء المضاف أعلى العين اليسرى لتمثال " كاعبر" [صورة رقـم ١٥] وقد تؤدى هذة العمليلات فى بعض الحالات إلى أنفصال كامـل للجـزء المضـاف وفقدانة بصورة نهائية كما حدث فى الجزء المكمل للجانب الأيمن لبطن تمثال السيدة (٣٣) [صورة رقم(٧٢)] .

- حدوث حركة متعارضة بين أطار تطعيم العين المعدن وبين سطح الخشب فـى المنطقـة المحيطة بة ، إذ أن تعامل الخشب مع تغير الرطوبة والحرارة يختلف عن تعامل الخامـات الأخرى المستخدمة فى تطعيم العين ، خاصة الأطار المعدنى الذى يحيطهما والذى تعرض للصدأ وزيادة الحجم مما سبب تعرض الخشب فى المنطقة المحيطة إلى العديد من الضغوط مؤديا أما إلى أنفصال التطعيم أو سقوطة وفى حالة قوة التصاقة بموضـعة تـؤدى هـذة الضغوط إلى حدوث شروخ أو أنفصالات بالخشب فى المنطقة المحيطة بة ، ويظهر ذلـك واضحاً فى زيادة الشرخ أعلى تطعيم العين اليسرى لتمثال الشاب وظهور شـروخ أعلـى تطعيم العين اليسرى وأسفل تطعيم العين اليمنى بتمثال "كاعبر" والتى زاد من أتسـاعها أن الجزءان المستكملان أعلى العين اليسرى وأسفل العين اليمنى مصنوعان مـن نـوع مـن الخشب يختلف عن خشب التمثال وبالتالى يختلف فى مدى التعامل مع التغيرات فى الرطوبة [صور رقم (١٥-١٩)] .

- تعرض الإطار المعدنى المحيط بتطعيم العين للصدأ بسبب الرطوبة العالية مع وجود أيونات الكلوريد التى تسرع من عمليات الصدأ مما أدى إلى تعرض الخشب فى المنطقة المحيطة بة للتلف والتدهور إذ أن نواتج صدأ المعادن يمكن أن تضعف الخشب وتسبب تعرض جدران خلاياة للتدهور الشديد ويرجع ذلك إلى أن أيونات المعادن تعتبر عامل محفز نشط يشجع التفاعلات الكيمائية التى تسبب تلف وتدهور جدران خلايا الخشب (١) . ويلاحظ ذلك بصورة واضحة فى أجزاء الخشب الملاصقة للإطار المعدنى المحيط بتطعيم أعين "كاعبر" والذى توجد علية نواتج صدأ تشتمل على أيون الكلور ، مما أدى إلى تآكل وضعف الخشب فى هذة المنطقة بجانب تحول أجزاء منة إلى اللون القاتم .
- حيث أن العقد التى توجد بالأخشاب تعتبر من العيوب الطبيعية بها إذ بالرغم من أنها تنمو مع الأخشاب كجزء منها ينتج من تفرع يخرج من لب الشجرة الأصلى إلا أنها فى معظم الحالات تمثل نقط ضعف لتسببها فى تغير إنتظام إتجاة الألياف فى المنطقة المحيطة بها . كما أن خواصها تختلف عن باقى الخشب إذ أن خشب العقد يختلف فى الكثافة (عادة يكون أعلى) كما أن إتجاة تعريفاتة يكون إما أقل أو أكثر تعامداً على الياف الخشب المحيط بة (٢) . وهناك نوع من العقد يطلق علية " العقد الميتة الخبيثة " وهى عقد منفصلة فى التكوين يكون من السهل إنفصالها عن الألياف ويرجع ذلك إلى خلخلتها عند تعرضها للجفاف ، إذ أن إنكماشها يكون أكثر من أنكماش الحسب المحيط بها . لذا فإنة فى حالة تعرض هذة النوعية من العقد لأى ضغوط أو حركة ناتجة عن التغير فى معدلات الرطوبة النسبية أو الجفاف الشديد فإنها تنفصل عن موضعها وتسقط تاركة فجوة مكانها . كما أن الجفاف يسبب حدوث العديد من الشروخ فى المنطقة المحيطة بها . أما فى حالة العقد المتداخلة فى نمو الخشب فإنها تظل متماسكة فى موضعها إلا أنها يمكن أن تتعرض للتشقق على شكل شقوق شعاعية (٣) .

ويظهر تأثير هذة الظاهرة واضحاً فى التماثيل الثلاثة المختارة ففى تمثال الشاب يوجد فراغ يسار الشعر المستعار ناتج عن سقوط عقدة خبيثة [صورة رقم ٣٠]. كذلك يوجد فى تمثال السيدة فجوات ناتجة عن سقوط العقد عند موضع التقاء الحافة الداخلية لحمالتى الرداء وبالقرب من أسفل البطن وفى يسار الثلث العلوى للظهر . أما فى تمثال "كاعبر" فيوجد أكثر من مثال على التشوهات التى تسببها الأنواع المختلفة من العقد . حيث يوجد فى المنطقة التى تعلو اليد اليمنى عقدة مستديرة مخلخلة ومجزأة بجانب ظهور العديد من الشروخ فى المنطقة المحيطة بها [صورة رقم ٩]. كذلك يوجد فى الجانب الأيسر من العنق عقدة صغيرة منفصلة تنتشر بها الشقوق الشعاعية . كما توجد عقدة كبيرة ذات شكل بيضاوى فى أسفل الجزء الأمامى من النقبة تسببت فى تغير أتجاة الألياف فى المنطقة المحيطة بها[صورة رقم(٥)].

---

(1) **Blanchette,R., and Hatchfield,p. and Others; "Assessment of Deterioration in Archaeological Wood from Ancient Egypt", Journal of The American Institute for Conservation , Vol. 33, No. 1, The American Institute for Consevation U.S.A., 1994, p. 56.**

(2) **Hoadley, B. ; "Understanding Wood ", The Taunton Press, U.S.A., 1994, pp. 26-28.**

(3) **Bendtsen, B. and Others ; " Mechanical Properties of Wood ", The Encyclopedia of Wood , Revised Edition, Sterling Pablishing Co. Inc., New York, 1989, p. 4-27.**

٣- الأصابة بالحشرات :-

تسبب الحشرات العديد من الأضرار للأخشاب قد تصل إلى حد القضاء عليها بالكامل ، ويرجع التأثير الضار لهذة الحشرات إلى أتخاذها الأخشاب بما تحتوية من مواد كربوهيدراتية وسليولوز مادة غذائية لها مثل Anobium punctatum والأنواع المختلفة من Termite أو إلى أتخاذها الأخشاب كمأوى لأقامة أنفاق المعيشة ووضع البيض بداخلها بدون إستخدامها كمصدر للغذاء مثل Carpenter ants (Camponotus spp.) [1] . وهناك خطورة أخرى للحشرات إذ أنها ناقل أساس للفطريات المتلفة للأخشاب حيث أنها فى بعض الحالات تتغذى على الفطريات التى تنمو على الأخشاب ثم تقوم بنقل الجراثيم إلى أماكن أخرى . ومما يزيد من تأثير هذا العامل أن ظروف نمو وتغذية الحشرات على الخشب تتشابة مع الفطريات . وأياً كان السبب الذى يدفع الحشرات إلى مهاجمة الأخشاب فإن ظواهر الأصابة تختلف وبالتالى مظاهر التلف من حيث مدى الضرر الذى يتعرض لة الخشب من تآكل وإحداث ثقوب وأنفاق داخلية يختلف قطرها وشكلها وذلك بإختلاف نوع الآفة المحدثة للأصابة وبالتالى فإن طبيعة الأصابة ومدى جديتها وتأثيرها على الأخشاب يتوقف على نوع ودورة حياة الحشرة التى تصيب الخشب .

وتنتمى الأفات الحشرية التى تسبب أضراراً للأخشاب الآثرية إلى رتبتين رئيسيتن هما :

- رتبة متساوية الأجنحة Order Isoptera .
- رتبة غمدية الأجنحة Order Coleoptere .

وتشمل رتبة متساوية الأجنحة [2] على أنواع النمل الأبيض Termites الذى يعتبر من أهم الكائنات التى تدمر المواد السليولوزية وخاصة الأخشاب وهو ينتشر على مستوى العالم فى البلدان الحارة حيث يصيب الأخشاب الجافة والرطبة الحية أو المستخدمة . وقد ذكر "Creffield" [3] أن النمل الأبيض بجانب مهاجمتة للأخشاب يمكن أن يهاجم الجلود والعظام والكثير مما يوجد مدفوناً فى التربة مثل كابل التليفونات وأنابيب المياة البلاستيكية .

ويعيش النمل الأبيض عيشة جماعية فى مستعمرات فى أنفاق تحت الأرض أو داخل الأخشاب المتصلة بالتربة ، بعيداً عن الضوء الذى يؤذية ، ويمكن لة أن ينتقل من مكان إلى أخر عن طريق بناء خنادق من الطين على الأسطح حتى يستطيع أن يصل للأخشاب بدون التعرض للضوء وهو يهاجم الخشب عادة من نقطة دخولة التى تكون بالقرب من الأرض لذا فإن الانفاق الخاصة بة يكون أتجاهها الأعلى .

وقد تؤدى الأصابة بالنمل الأبيض إلى تلف كامل لكل الأجزاء الداخلية للخشب تاركة الخلية الخارجية فقط سليمة. كما أنة قد يسبب أضراراً للعديد من المواد الأخرى أثناء المجهود

(1) **Nilsson, T. and Daniel, G. ;" Structure and The Process of Dry Archaeological Wood" Archaeological Wood , Advance in Chemistry Series 225, The American Chemical Society, Washington DC., 1990, pp. 76-81-83.**

(2) **Eaton, R. and Hale, M. ; " Wood Decay , Pests and Protection" Chapman and Hall, London, 1993, p. 257.**

(3) **Greffield, J. ; "Wood -Destroying Insects , Wood Borers and Termites", CSIRO, Australia, 1996, p. 21.**

الذى يبذلة للحصول على السليولوز كما فى حالة الطوب اللبن واللوحات الجدارية المرسومة على حامل طينى حيث يتغذى على التبن الموجود بها [١] .

وقد ذكر كلا من "Hale" "Eaton"[٢] أن رتبة النمل الأبيض (Isoptera) يتبعها ستة عائلات ، خمسة منها ذات مرتبة منخفضة (Lower Termites) وهى :

- نوع يعيش تحت التربة Mastatermitidae - Subterranean .
- نوع يصيب الخشب الجاف Kalotermitidae- Drywood Termites .
- نوع يصيب الخشب الرطب Termopsidae - Dampwood Termites
- نوع يتغذى على النباتات Hodotermitidae - Harvester Termites
- نوع يعيش تحت التربة Rhinotermitidae - Subterranean
- أما النوع السادس فذو مرتبة عالية (Higher Termites) وهو يعيش تحت التربة Termitidae - Subterrnean Termites .

والفرق بين هاتين المرتبتين من النمل الأبيض يتوقف على النمو التطورى والسلوك الأجتماعى لكل منها بالأضافة إلى الأختلاف فى محتويات الأمعاء حيث فى الأنواع ذات المرتبة المنخفضة تحتوى الأمعاء على بكتريا وكائنات وحيدة الخلية Protozoa التى تساعد على تكسير المواد الغذائية من الليجنوسليولوز . بينما فى الأنواع ذات المرتبة العالية تحتوى الأمعاء على بكتريا وأنزيمات فقط وهم المسئولين عن الهضم .

أما "Moore"[٣] فقد حدد أشد انواع النمل تدميرا للأخشاب بنوعين هما:-

- نوع يعيش تحت التربة ويحتاج دائما لرطوبة عالية [Subterranean T.] وهو لايترك ثقوب بسطح الخشب والأنفاق الناتجة عنة تتركز جزئيا بالحلقات السنوية وتكون مملوءة بخليط من التربة والمواد البرازية .
- نوع يعيش فى الأخشاب المؤقلمة [Dry wood T.] وهو لايحتاج إلى رطوبة أكثر مما يحتوية الخشب وينتج عنة أنفاق غير منتظمة لاتتبع الحلقات السنوية ويمكن أن تحتوى على فضلات عبارة عن كريات صغيرة صلبة ذات نهايات مستديرة .

أما رتبة " غمدية الأجنحة " فهى تضم أغلب الأفات الحشرية التى تشكل خطورة على الأثار المصرية وهى ذات دورة حياة كاملة (بيض - يرقة - عذراء - طور ناضج) تتميز بزوج خارجى من الأجنحة كيتينى صلب وزوج داخلى غشائى بجانب أجزاء فم قارضة . تضم هذة الرتبة أفراداً رمية ومفترسة وأفراداً تتغذى على المكونات النباتية والحيوانية . وأهم الأفات الحشرية التى تتبع هذة الرتبة وتسبب العديد من الأضرار للأخشاب الأثرية تتبع العائلات التالية :-

---

[1] Hickin, N.; "Wood destroying insects and works of arts "Conservation of wooden objects, Vol. 2, second edition, New York conference on conservation of stone and wooden objects , IIC, New York, 1970, pp. 75-80.
[2] Eaton, R. and Hale, M ; Op. Cit. ,pp. 257-258.
[3] Moore, Jr. H.; "Deterioration by Insects and Other Animals During Use", Concise Encyclopedia of Wood and Wood Based Materials, The Mit Press, Cambridage, U.S.A., 1989, pp. 86 - 92.

• عائلة الأنوبيدى Family Anobiidae

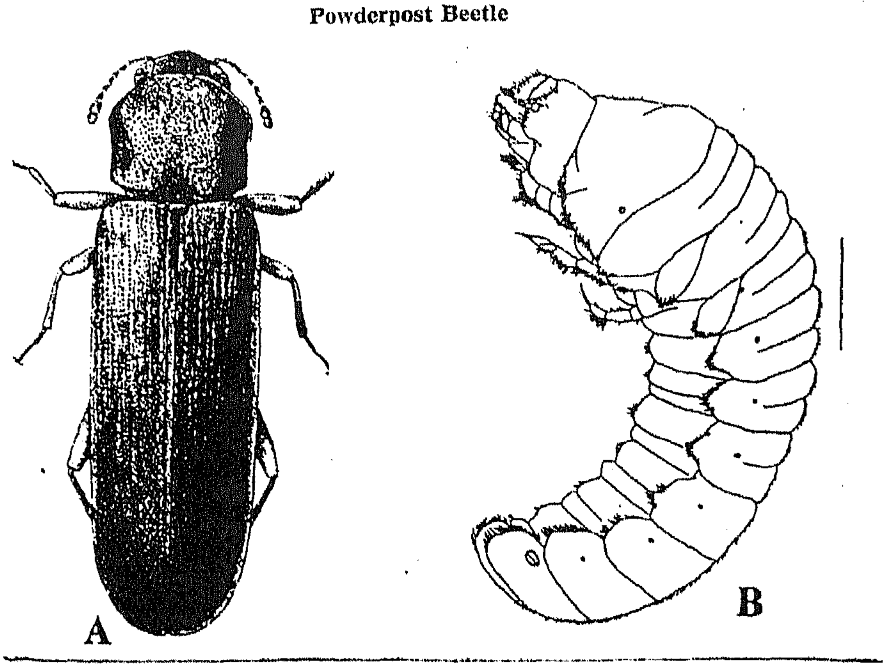
وهى خنافس صغيرة ذات جسم طويل ، تهاجم المصنوعات النباتية الجافة خاصة الأخشاب سواء كانت مصنعة أو غير مصنعة . ومن أهم أفرادها تأثيراً فى حقل الأثار "خنفساء الأثاث" Anobium punctatum [صورة رقم ٩٢] وهى تهاجم بصورة رئيسية الأخشاب اللينة خاصة الخشب العصارى ، إلا أنها يمكن أن تهاجم أيضا الأخشاب الصلبة . وهى حشرة ذات لون بنى قاتم يتراوح طولها من ٣-٥ مم [١] ويتواجد على جناحها الغمدى صفوف من الثقوب. والأنثى الكاملة تضع البيض في الشروخ والفراغات الموجودة في الخشب حيث بعد من ٢-٥ أسابيع تخرج اليرقة التي تحفر الأنفاق في أتجاة الألياف في البداية ثم في أتجاهات غير محدده وهى تنتج فضلات محببة تميل للشكل البيضاوي تملاء بها هذة الأنفاق [٢]. وتكون هذة الأنفاق في البداية في الجزء الخارجي للخشب العصارى ثم تزداد عمقا داخل الخشب مع نمو اليرقات [صورة رقم(٩٣)]. وفى نهاية مرحلة حياة اليرقة تأخذ طريقها إلى السطح الخارجي للخشب حيث تتشرنق وفى نهاية فترة التشرنق تخرج الحشرة الكاملة من خلال ثقوب دائرية تحدثها بسطح الخشب ذات قطر يتراوح من ١,٦- ٣مم [٣].

• عائلة اللكتيدى Family: Lyctidae

تهاجم الأخشاب الجافة خاصة منطقة الخشب العصارى بالأخشاب الصلبة حيث تتغذى على المواد الكربوهيدراتية وهى تصيب الخشب العصارى عندما يصل المحتوى الرطوبى بالخشب إلى ٢٠-٢٥% ، كما أنها تفضل الأخشاب ذات المسام الكبيرة والمحتوى العالى من النشا [٤] . وهى ذات دورة حياة كاملة ويعتبر طور اليرقة والحشرة البالغة هما الطوران اللذان يسببان أكبر الضرر للأخشاب. ومن أكثر أفراد هذة العائلة خطورة على الأخشاب Lyctus brunneus [٥] [شكل رقم ٤٤] . وهى حشرات مطاولة مفلطحة الجسم تتراوح أطوالها من ٢ إلى ٥ مم وأن كانت بعض الأناث تصل لطول ٧ مم [٦] واليرقة من ٣ إلى ٥ مم ويمكن أن تصل إلى ٧ مم والحشرة ذات لون بنى قاتم مائل للاحمرار إلى بنى داكن بينما اليرقة فذات لون أبيض ورأس بنى. وتتغذى اليرقة أساسا على مادة النشا الموجودة في الخلايا البرانشيمية للأشعة [٧] وتظل تتغذى حتى تصل إلى نهاية حياتها التي تتراوح من ٦٠ إلى ٢٧٠ يوم حيث تأخذ طريقها قريبا من السطح لتتشرنق لفترة من ١٢-٢٧ يوم يخرج بعدها الطور الناضج الذي يحدث ثقوباً دائرية صغيرة بسطح الخشب عند الخروج منة ويتساقط من هذة الثقوب بودرة خشب ناعمة ذات لون بنى [٨] . يتراوح قطر هذه الثقوب من ٠,٨ - ١,٦ مم وهى بصفة عامة أصغر من الثقوب التي تحدثها خنافس عائلة الأنوبيدى [٩] .

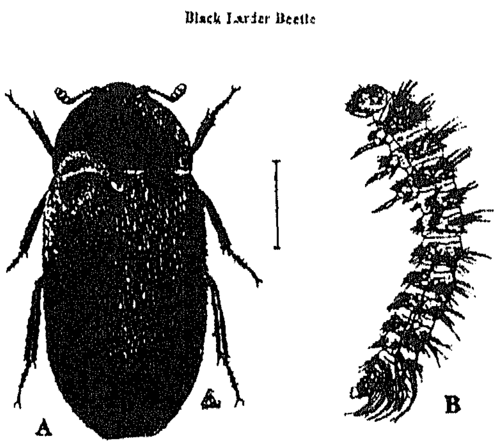
---

(1) Greffield, J. ; Op. Cit., p. 12
(2) Eaton, R. and Hale, M. ; Op. Cit., p. 236.
(3) Moore Jr. H. ; Op. Cit., p. 89, Table 1.
(4) Eaton, R. and Hale, M .; Op. Cit., p.244.
(5) Kingsolver, J. ;"Illustrated Guide to Common Inset Pests in Museums", A Guide to Museum Pest Control , The Foundation of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, Washington, 1988, p. 57.
(6) Eaton, R. and Hale, M. ; Op. Cit., p. 246.
(7) Nilsson, T. and Daniel, G. ; Op. Cit., p. 81.
(8) Kingsolver, J. ; Op. Cit, p. 57
(9) Moore Jr, H. ; Op. Cit., p. 89

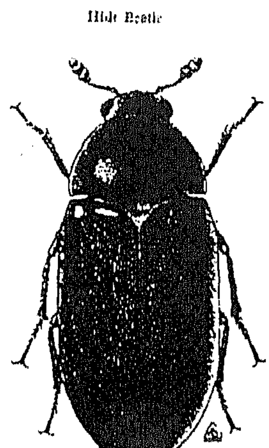


شكل رقم (٤٤)

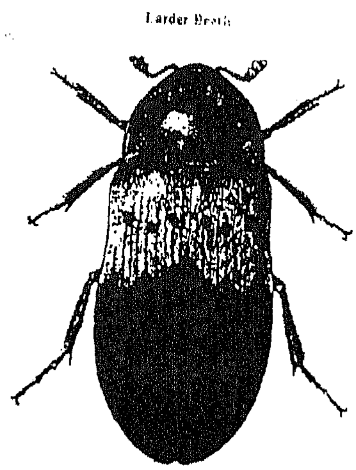
يوضح الطور الكامل ويرقة حشرة " **Lyctus brunneus** "(١)



شكل (٤٥-ج)



شكل (٤٥-ب)



شكل (٤٥-أ)

A) Dermestes ater — **Dermestes maculatus** — **Dermestes Lardarius**

B) طور يرقة خنفساء الدرمستيس

ثلاثة أنواع من الخنافس التى تتبع عائلة الدرمستيدى " **Dermestidae** "(٢)

1- Kingsolver, J. ; Op. Cit. , P. 57 .
2- Ibid. , PP. 62 – 64 .

• عائلة الدرمستيدى Family Dermestides [1]

وهى تشمل أفات حشرية تصيب الآثار العضوية سواء كانت مقتنيات متحفية أو بالمناطق الأثرية. وهى حشرات ذات دورة حياة كاملة تتميز بالجسم الطويل أو ذو الشكل البيضاوي، ذات أحجام متوسطة إلى صغيرة، والطور الضار لهذه الآفة هو اليرقة التي تتميز بلون يميل للبنى وبرأس متميز عن الجسم ذو لون داكن وفم قارض، وجسم اليرقة مغطى بالكامل أو جزئيا بشعيرات قاتمة اللون تتواجد بين عقل الجسم " Segments " أما في نهاية العقلة الأخيرة فتكون على هيئة شعيرات زيلية. ومن أهم الآفات الحشرية التي تتبع هذه العائلة وتسبب أضراراً بالغة للأخشاب، خنفساء الدرمستيس .Dermestes sp [شكل رقم (٤٥ أ- ب-ج)] وهى متوسطة الحجم يتراوح طولها من ٣,٥ إلى ٩ مم ذات لون بنى محمر إلى داكن وتعتبر اليرقة التي تحدث أكثر الضرر أطول أطوار هذه الحشرة عمراً ، وهى تمر بحوالى من ٤-٦ مراحل خلال نموها تنسلخ خلالها حيث في نهاية عمرها تتشرنق في أخر جلد لتعطى طور العذراء. ويتراوح طول اليرقة من ١٢ إلى ١٤ مم وهى تتغذى على المكونات النباتية والحيوانية مثل المومياوات والقرابين الحيوانية والأسماك والعظام والأخشاب والجلود.

والجدول رقم (١) يتضمن ملخص لأهم الحشرات التي يمكن أن تسبب أضراراً بالغة للأخشاب.

وبفحص التماثيل الثلاثة موضوع البحث للتوصل إلى دلائل الإصابات الحشرية بكل منهم، لم يعثر على أي مظهر من مظاهر الإصابة الحشرية بتمثال "كاعبر" (٣٤ كتالوج) هذا بالرغم من فقدان القاعدة والجزء الأسفل من الساقين وربما يرجع ذلك إلى تميز خشب السرو المستخدم في تشكيل التمثال بندرة أصابته بالحشرات نظراً لما يحتويه من مواد طاردة للحشرات. إلا أن الوضع بالنسبة لتمثالي الشاب (٣٢ كتالوج) والسيدة (٣٣ كتالوج) المشكلين في خشب السنط السهل التعرض للهجوم الحشري، مختلف فمن الواضح تعرضهم إلى إصابات حشرية شديدة أدت إلى التآكل التام للجزء السفلى من التمثالين بجانب ذراعي السيدة واليد اليمنى للشاب. ومن الواضح أن الإصابة إصابة قديمة تعرضت لها التماثيل أثناء تواجدها بالمقبرة خلال فترة الدفن وأنها نتجت عن أكثر من نوع من الحشرات ويرجع ذلك إلى اختلاف شكل وحجم الأنفاق الداخلية وكيفية ومدى انتشارها داخل الخشب هذا بجانب اختلاف شكل وقطر ثقوب خروج الحشرات ونوعية بودرة الخشب والفضلات الموجودة داخل الأنفاق.

ففي حالة تمثال " الشاب " نجد أن الإصابة الحشرية التي سببت تعرضة للتآكل الشديد تظهر واضحة في قطاع الجسم المنشور على شكل أنفاق متغلغة داخل الخشب تكاد تصل إلى العنق] صور رقم ١٩-٢٢-٩٤] وهى تبدأ متسعة بصورة غير منتظمة ثم يقل أتساعها كلما تعمقت داخل جسم التمثال] صورة رقم(٩٤)]. وعند فحص هذه الأنفاق وجد أنها مملوءة بكميات كبيرة من تربة شبة متماسكة، عثر داخلها على بقايا بعض الأنسلاخات الحشرية التي بفحصها باستخدام الاستريوميكروسكوب والأستريوميكروسكوب وجد أنها خاصة بالهيكل الخارجي لجسم يرقة عائلة الدرمستيدى Dermestidae [صورة رقم(٩٥ أ-ب)] حيث تتميز بالتالي:

---

[1] Kingsolver, J .; Op. Cit, pp. 62-70

جدول (١): يتضمن ملخص لأهم الحشرات التي يمكن أن تسبب التلف للخشب[١]

م	الحشرة المسببة للإصابة Name of Insect	الخشب المصاب Wood Attacked	الثقوب السطحية Surface Holes	المخلفات Frass	الأنفاق Tunnels
١	**النمل الأبيض** **White Ants** يتبع رتبة متساوية الأجنحة **Order : Isoptera** ويوجد منه نوعان رئيسيان: * النمل الذى يقيم الأنفاق فى التربة. **Subterranean Termite** *النمل الذى يقيم الأنفاق بالخشب . **Drywood Termite**	يصيب الخشب العصارى والصميمى بكلا من الاخشاب الصلبة واللينة .	لايوجد ثقوب سطحية .	*خليط من التربة والمواد البرازية. *كريات صغيرة صلبة ذات نهايات مستديرة .	*تتركز جزئيا فى أتجاة الحلقات السنوية . *فراغات غير منتظمة لاتتبع الحلقات السنوية.
٢	**الأنوبيوم** **Anobium sp.** تتبع رتبة غمدية الأجنحة **Order: Coleopterae** **Family:Anobiida** أنوبيدى	تصيب الخشب العصارى بكل من الأخشاب الصلبة واللينة ويمكن أحيانا أن تهاجم الخشب الصميمى فى حالة تعرضة إلى أصابة فطرية .	ذات شكل دائرى يتراوح قطرها من ١,٦ إلى ٣ مم .	بودرة خشب مع كريات ذات شكل بيضاوى مطاول .	تكون عادة فى نفس أتجاة الألياف مملؤة بالفضلات ويصل قطرها إلى ٣ مم .
٣	**الليكتس** **Lyctus sp.** تتبع رتبة غمدية الأجنحة **Order : Coleoptera** **Family: Lyctidae** اللكتيدى	تصيب منطقة الخشب العصارى الذى يحتوى على نسبة عالية من النشا باللأخشاب الصلبة التى تحتوى على أوعية واسعة منتشرة	دائرية الشكل يتراوح قطرها من ٠,٨-١,٦ مم .	مسحوق ناعم الملمس مثل الدقيق .	أنفاق أسطوانية ذات قطر يتراوح من ١-٢ مم ، توجد بصورة متعددة بشكل غير منتظم وهى عادة ما تكون موازية لألياف الخشب ومملؤة بمسحوق الخشب الناعم .
٤	**درمستيس** **Dermestes sp.** تتبع رتبة غمدية الأجنحة **Order: Coleoptera** **Family: Dermestidae** وهى تتغذى بصورة رئيسية على المواد الحيوانية الجافة مثل الجلود – الريش– المومياوات– العظام ...	الأصابة بهذة الأفة أصابة عرضية لأنها لاتتغذى على مادة الخشب ولكن تتعامل معه كجزء من البيئة او عندما يكون على أتصال بمصدر غذائها لذا فهى تتعامل مع جميع الأخشاب .	ذات شكل دائرى يتراوح قطرها من ٣- ٤ مم .	بودرة متناثرة .	أكثر الأنفاق أتساعا بالمقارنة مع الأفات الأخرى .

[1]Moore, Jr. H. ; Op. cit., Table 1, pp. 88-89
-Blanchette, A.; " Aguide to wood Deterioration Caused by Microorganisms and Insects", The structural convervation of panel paintings , the Getty Conservation Institute, los Angeles, 1995, Table 2, p.65.

- ذات جسم بنى فاتح أما الرأس فتتميز بلونها الداكن ويوجد بها فم قارض.
- الجسم مغطى بالكامل أو جزئيا بشعيرات داكنة اللون تتواجد بين عقل الجسم وكذا في نهاية العقلة الأخيرة من البطن حيث تظهر على هيئة شعيرات زيلية.

وهذه الإصابة تعتبر إصابة عرضية، أي أن الآفة التي تواجدت بالبيئة التي دفن التمثال بها تعاملت معة كجزء من التربة ذاتها إذ أنها من الآفات التي تقيم أنفاق معيشتها بالتربة وبالتالي فإنها تعاملت مع التمثال للإقامة وليس للتغذية.

أما الإصابة الحشرية الثانية التي سببت التآكل بهذا التمثال وإن كان تأثيرها أقل بكثير من الإصابة السابقة، فتظهر مظاهرها على هيئة ثقوب صغيرة مستديرة متقاربة ذات قطر يتراوح من ٠,٥ إلى ١ مم، يوجد بداخلها بودرة خشب ناعمة ذات لون بنى محمر، مما يرجح أن هذه الإصابة من حشرات أما من عائلة اللكتيدى Lyctiadae أو الأنوبيدى Anobiidae .

أما في حالة تمثال " السيدة " فتظهر الإصابة على شكل ثقوب تظهر بيضاوية من الخارج (٤مم × ٢مم) إلا أنها تؤدى إلى أنفاق أسطوانية يوجد بداخلها بودرة ناعمة ذات لون بنى محمر تحتوى على أجزاء أسطوانية صلبة [صور رقم (٩٦)]. كما توجد ثقوب أخرى أكبر في الحجم (٧مم × ٣مم) تؤدى إلى أنفاق أسطوانية يوجد بداخلها نفس بودرة الخشب الناعمة السابقة إلا أنها لا تحتوى على أي أجسام أسطوانية.

ويرجح من مظهر التآكل وشكل الثقوب أن الإصابة من حشرات تابعة لعائلة الأنوبيدى Anobiidae أو اللكتيدى Lyctidae أو الاثنين معا . وإن كان الأرجح أنها من عائلة الأنوبيدى ويرجع ذلك إلى حجم الثقوب بجانب وجود أجزاء صلبة من فضلات الحشرات داخل بودرة الخشب الناعمة وهو ما يعتبر من صفات هذه الحشرة التي تملأ الأنفاق ببودرة خشب ناعمة وفضلات محببة ذات شكل كروي مستطيل [1] [صورة رقم ٩٧]. وتعتبر هذه الحشرة أكثر خطورة من حشرة اللكتيدى.

٤ – الإصابة الميكروبيولوجية:-

يعتبر التدهور الذي يتعرض له الخشب بسبب عوامل التلف المختلفة سواء الميكانيكية أو الفيزيائية أو الكيميائية أبطأ وأقل تأثيراً عند مقارنته بالتدهور السريع الذي ينتج عن الإصابة بالفطريات، إذ أن السليولوز والهيميسليولوز المكونان الرئيسيان للخشب يعتبران مصدر غنى لغذائهما، أما المكون الثالث الهام للخشب وهو اللجنين فلدية بعض الحماية [2] .

والفطريات التي تصيب الأخشاب تحتاج لحياتها إلى الماء كما تحتاجة أيضا كوسيط من أجل توزيع أنزيمات التحلل. لذا فإن الأخشاب ذات المحتوى الرطوبى تحت مستوى تشبيع

(1) Moore Jr. H. ; Op. Cit., p. 89
(2) Nilsson, T. and Daniel G,; " Structue and The Aging Preocess of Dry Archaeological Wood",Archaelogical Wood Properties, Chemistry and Preservation, Advance in Chemistry Series 225, American Chemical Society , Washington DC, 1990, p. 67.

الألياف لا تتعرض للتحلل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة ، ولهذا يرجع السبب في أن معظم الأخشاب بمصر في حالة جيدة نسبيا نظرا لعدم تعرضها للإصابة بهذه الكائنات بسبب تميز جو مصر بالجفاف . إلا أن الأخشاب المحفوظة في باطن الأرض وداخل المقابر يمكن أن تتعرض إلى فترات من البلل بسبب ظروف طارئة مثل الفيضانات والأمطار أو أى من العوامل التي تسبب رفع الرطوبة مره أو أكثر، وبالتالي فإن الأخشاب خلال هذة الفترات قد تتعرض لهجوم الكائنات الحية الدقيقة. وقد لوحظ من صور وتسجيلات الحفائر أن معظم الإصابة بالفطريات تحدث في أجزاء الخشب المتصلة بأرضية أو حوائط المقبرة إذ أن الرطوبة تتجمع في هذة المواضع. وقد تحدث الإصابة بعد فترة قصيرة من غلق المقبرة حيث تكون جراثيم الفطريات مازالت قابلة للنمو والأنتشار. كما قد يساعد وجود الحشرات في مناطق الدفن على تواجد الفطريات وذلك خلال إختراقها للمقابر وإصابتها للأخشاب حاملة معها جراثيم الفطريات (١) .

وتختلف حالة الأخشاب المصابة بالفطريات حسب نوع الفطر الذي تصاب به وأن كان من أكثر مظاهر الإصابة شيوعاً ترقيق جدران الخلايا مع وجود ثقوب وفراغات في جدران ألياف الخشب والتي يمكن ملاحظتها باستخدام الميكروسكوب الضوئى (٢) . ويؤدى ذلك إلى تخفيض خاصية المتانة وقدرة الخشب على تحمل الصدمات الواقعة علية تدريجيا . وبتقدم الإصابة تظهر أول علامات التدهور وهى الفقدان في الوزن ويكون ذلك عند فقدان حوالي من ثلث إلى نصف قوى الخشب. أما مقاومة الانثناء وقوى الضغط فتفقد بمعدل أبطأ (٣) .

وهناك ثلاثة مجاميع رئيسية من الفطريات تصيب الأخشاب وتسبب له العديد من الأضرار وهى فطريات العفن الأبيض والعفن البني والعفن الطري التي تتبع الفطريات المحللة " decay fungi " وكلاً من هذه الفطريات تؤثر على محتوى معين بالتركيب الخلوي للخشب وبالتالي فإنها تؤثر بأسلوب مختلف على خواص القوى للأخشاب المصابة ويرجع تأثيرها على هذه الخواص إلى التدهور الأنزيمى لكل من السيليولوز واللجنين (٤) .

ففطريات العفن الأبيض التي تتبع الفطريات البازيدية Basidiomycetes تعمل على تحلل كلا من اللجنين وعديدات التسكر وبالتالي فإن الخشب المصاب يتميز بوجود جيوب أو خطوط بيضاء يطلق عليها عفن الجيوب البيضاء " White Pocket Rot " تفصل بينها مساحات من الخشب ذات صلابة متباينة ، وهى المناطق التي تم فيها نشاط الفطر وتشتمل على محتوى عال من السيليولوز ونسبة منخفضة من اللجنين . وقد أثبتت الأبحاث أن فطريات العفن الأبيض تفرز أنزيمات مؤكسدة تعمل على تحلل اللجنين . وفى المراحل المبكرة من الإصابة يتحول لون الخشب إلى اللون القاتم، إلا أنة بتقدم الإصابة يتعرض اللون للإزالة والأبيضاض ويصبح الخشب ذو لون فاتح باهت (٥) .

---

(1) Blanchette, R., Haight, J. and Others; "Assessment of deterioration in Archaelogical wood from Ancient Egypt" , Journal of The American Institute for Conservation, Volume 33. No. 1, AIC, Washington D.C., 1994, p. 65.

(2) Nilsson, T. and Daniel G.; Op., p. 85

(3) Wermuth, J.A.; "The Measurement of Residual Strength Characteristics in Degraded Wood ", Wooden Artifacts Group Session A.I.C. Annual Meeting Chicago, 1986, the Wooden Artifacts Group , American Institute for Conservation , U.S.A, 1988, p. 4.

(4) IOC., Cit.

(5) Eaton, R.A., and Hale, M.; Op. Cit., p.91.

وفطريات العفن الأبيض تنمو بصورة رئيسية داخل فراغات الخلايا حيث تكون بكميات كبيرة في المراحل المبكرة من الإصابة ويقل عددها بتقدم الإصابة ، وبوجة عام فإن تواجد الهيفا داخل فراغات الخلايا يكون في هذه الحالة أكثر غزارة
عنة في العفن البنى [1] . والعفن الأبيض يهاجم الصفيحة الوسطي بجدران خلايا الخشب مسببا ترقيق الجدران بصورة تدريجية بطيئة، مما يحافظ على الشكل العام للخلايا حتى مراحل متقدمة من الإصابة [2] . وفى هذه المراحل يتزايد تآكل الهيفا لتجويف الخلايا مع تزايد الثقوب الناتجة عن حفرها بجانب تزايد حجم النقر، مما يؤدى إلى إضعاف جدران الخلايا وبالتالي تغير طبيعة الخشب حيث يصبح السطح طريا متقلصاً [3] [صور رقم(٩٨-٩٩)] .

وتتعامل الرتب المختلفة من العفن الأبيض مع الخشب بمعدلات مختلفة حيث Polyporus berkelyi تهاجم اللجنين بمعدل أسرع من مهاجمتها للكربوهيدرات . أما Polyporus versicolor فتهاجم كل مكونات الخشب الرئيسية الثلاثة بصورة متماثلة [4] . وبصورة عامة فإن الأخشاب الصلبة تكون أكثر عرضة للإصابة بالعفن الأبيض عن الأخشاب اللينة [5] .

أما فطريات العفن البنى Brown rot والتى تتبع الأنواع البازيدية أيضا Basidiomycetes فتسبب التدهور لعديد السكريات تاركة خلفها بقايا مادة الجدران التي تتكون بصورة أساسية من لجنين متحول ذو جوهر بنى حيث يكون التأثير الكيميائى الرئيسي لهذا العفن على اللجنين هو إزالة مجموعات الميثوكسيل الأروماتية مع انشقاق محدود وأكسدة لحلقات البنزين لذا فإ ن تركيب االجنين يظهر متماسك نسبيا مما يحافظ على مظهر الأنسجة إلا أن الخشب المصاب يعانى من فقد زائد " للهميسليولوز وزيادة في الوزن الجزيئى لجزئيات السليولوز [6] . لذا فإن الخشب المصاب بالعفن البنى يتميز في المراحل المتأخرة بجانب اللون البني القاتم الذي يرجع إلى زيادة اللجنين به، بفقدان في الوزن يصل لحوالى ٥٠% كما يعانى من إنكماش في الحجم بسبب ظهور عدد من الشروخ بعرض التعريقات تؤدى إلى انفصال أجزاء من طبقة السطح على شكل مكعبات [7] [صورة رقم(١٠٠)].

وبفحص التركيب الخلوي الدقيق للخشب المصاب بالعفن البني باستخدام الميكروسكوب الألكترونى النافذ وجد أن جدران الخلايا تظهر فقدان عام في التماسك حيث تظهر الجدران الثانوية والصفائح الوسطي متمددة مسامية ومشوهة مما يفقدها شكلها الطبيعي. وفى الإصابة المتقدمة تتفتت جدران الخلايا الثانوية وتتحول إلى كتلة محببة من بقايا الجدران، إلا أن منطقة أركان الخلايا للصفيحه الوسطى [8] تظل غير مصابة نسبيا، بينما تظهر العديد من التمزقات بين الخلايا في منطقة الصفيحة الوسطي.ويلاحظ وجود بقايا هيفا الفطر داخل فراغات الخلايا حيث تفرز أنزيمات تحدث ثقوبا بالجدران كما أنها تهضم جدران الخلايا بالأجزاء الخارجية

---

(1) Ibid., p. 94.
(2) Dodd,R.; "Degradation of Wood" Joutnal of wood conservation , Vol. 1, No. 1 , spring 1985, the conservation Technology group, U.S.A., 1986, p. 76.
(3) Walker, J.; " Primary wood processing" Chapman and Hall, London, 1993, p. 288.
(4) Wermuth, J.A.; OP. Cit. , p. 4
(5) Eaton, R. and Hale, M., OP. Cit., p. 92
(6) Hedges, J.; "The chemistry of Archaeological wood" Archaeological wood , Advances in chemistry series 225, American chemical society, Washington D.C, 1990, 120.
(7) Florian, M., and other; " The consevation of Artifacts made from plant materials, the paul getly trust, U.S.A., 1990, p. 180.
(8) Blanchette, R., Haight, J. and other; OP. Cit., p.65

للفراغات [١] . وبوجة عام فإن جدران خلايا الخشب المصاب بالعفن البنـي والتـي تتكـون بصورة أساسية من لجنين متحول تكون ذات تماسك ضعيف ويصبح من السهل تهشم الخشـب أو تحوله إلى مسحوق عند الضغط علية [صورة رقم(١٠١)].

وهناك أنواع من فطريات العفن البنى مثل Poria incressata ذات تأثير مدمر على الأخشاب إذ أنها لا تحتاج إلى رطوبة خارجية فهي تحصل على الرطوبة التي تحتاج إليها من خلال بعض العمليات الحيوية التي تقوم بها ، وهي تتلف الأجزاء الداخلية من الخشب لذا فقد لا يلاحظ وجودها حتى مراحل متقدمة من الإصابة [٢] .

وفى حالة إصابة الخشب بالعفن الطري Soft rot الذي يعتبر أكثر الأنواع أنتشـاراً ويصيب الأخشاب المنقوعة في الماء أو المدفونة في التربة ، فأنـة يسـبب التـدهور "لعديـد السكريات" خاصة الكربوهيدرات بينما يؤثر بصورة معتدلة على اللجنين [٣] مؤديا في المراحل المتقدمة إلى إنخفاض ملحوظ في وزن الخشب مع ليونة طبقة السطح وسهولة تآكلها .

ويحتاج العفن الطري الذي ينتمي إلى الفطريات الناقصة Deuteromycetes والزقية Ascomyceter إلى رطوبة أعلى من العفن الأبيض والبني ، لذا فهو يفضل الأخشـاب ذات المحتوى الرطوبى العالي أو المتصلة برطوبة مرتفعة . وإن كان "Blanchette" [٤] ذكر أن الدراسات الحديثة أثبتت أن فطريات العفن الطري يمكن أن تتواجد في الخشب ذي المحتـوى الرطوبى المنخفض أو في وسط ذي "أس هيدروجينى" مرتفع . وهو يفضـل إصـابة خلايـا الخشب المتأخر مسببا حدوث فراغات أو تجاويف طولية في طبقات الجدار الثانوي لقصـيبات الخشب خاصة منطقة S_2 في الجدار الخلوي [٥] حيث يذيب السليولوز تاركاً فراغات ذات شكل مميز تتبع إتجاة الألياف الدقيقة ، يوجد بداخلها بقايا من هيفا الفطر . وقد ذكر " Dodd " [٦] أن التدهور الأنزيمي للخشب في هذه الحالة محدداً بالمنطقة الملاصقة مباشرة لهيفـا الفطـر وبالتالي فإن الفراغات الناتجة عن الإصابة تكون مميزة ومنفصلة. ويزداد عدد هذه الفراغات وحجمها في المراحل المتقدمة من الإصابة مع تعرض الصفيحة الوسطي للتمزق وبالتالي تفقد الخلايا الكثير من تماسكها المميز ويصبح الخشب شديد الضعف] صور رقم (١٠٢-١٠٣)]

وفطريات العفن الطري تهاجم طبقة السطح بالخشب تاركة الأجزاء الداخلية بدون تغيـر ، حيث يظهر تأثيرها لعمق يتراوح من ١ إلى ١٠ مم [٧] وعند جفاف طبقـة السـطح تصـاب بشروخ وتشققات بطول وعرض التجازيع مما يتسبب عنة أنفصال أجزاء من طبقة السطح في صورة قشور ذات شكل يشبة متوازي المستطيلات [صورة رقم(١٠٤)].

---

[1] **Florian, M., and others; OP. Cit., p. 180.**
[2] **Wermuth, J.; OP. Cit., p. 5**
[3] **Dodd, R. ; OP. Cit., p. 77**
[4] **Blanchette, R., Haight, J. and others; OP. Cit., p. 63.**
[5] **Waker, J.; OP. Cit., p.288**
[6] **Dodd, R. ; OP. Cit., p. 77**
[7] **Blanchette,R., Nilsson,T., and Other ; " Biological Degradation of Wood ", Archaeological Wood , Advance in Chemistry, Series 225, The American Chemical Society, Washington D.C, 1990, p.141.**

وهناك أنواع أخرى من الفطريات لا تسبب أضراراً جسيمة للخشب كالتي تسببها فطريات التحلل ، إذ إنها تهاجم المواد السكرية والنشوية المختزنة في الفراغات الخلوية لتستمد غذائها منها وبالتالي فهي لاتحدث تدميراً لمكونات الخشب الرئيسية [١] . ومن أمثلة هذة الفطريات فطريات التبقيع[Stain fungi] التي تهاجم الخشب العصارى وتسبب تعرض الخشب لتغير لونى بسبب تواجد كميات كبيرة من الغزل الفطرى داخل خلايا الخشب وهى قد تؤثر في المراحل المتقدمة على بعض خواص الخشب مثل المتانة والنفاذية [صورة رقم (١٠٥)] . والفطريات الصغيرة " Moulds " التي تسبب أنخفاض في جودة الخشب ويرجع ذلك إلى نمو الغزل الفطري على السطح مسببا ظهور مساحات مختلفة الألوان حسب نوع الفطر (أسود – رمادي – أخضر – بنفسجي – أحمر) وهى أقل الفطريات تأثيراً على الخشب. وبصورة عامة فإن إصابة الخشب بهذا النوع من الفطريات يلحقه الإصابة بالأنواع الأخرى الأكثر ضرراً وذلك تبعا لنظام التتابع في تكوين المستعمرات [٢] .

وفى بعض الحالات التي تظهر فيها على الأخشاب مظاهر الإصابة بالفطريات قد يكون راجعة إلى تأثير البكتريا Bacteria وليس الفطريات . حيث تتشابة مظاهر الإصابة ببعض أنواع البكتريا مع الفطريات خاصة فطريات العفن البني والطري. وقد ذكر " Blanchette " [٣] مثالاً على ذلك في إصابة سطح ساق من خشب Pious sylvestris بإصابة متقدمة من بكتريا التآكل[Erosion bacteria] والذي بعد الجفاف ظهرت بة العديد من الشروخ العرضية الصغيرة تتشابة مع الشروخ التي تعتبر من مظاهر الإصابة بالعفن الطري والبني [صورة رقم(١٠٦)] .

وتأثير البكتريا على الأخشاب أقل وأبطيء من تأثير الفطريات وهى تصيب خاصة الأخشاب المطمورة في تربة رطبة أو المغمورة في الماء، حيث تهاجم الجدر الخلوية للخشب وتتلف وحدات النقر. وهى عامة تهاجم عديدات التسكر بصورة أقوى من اللجنين وتسبب التدهور للهيمسليولوز أسرع من السليولوز [٤] .

ويمكن تقسيم البكتريا التي تصيب جدران خلايا الخشب إلى ثلاثة أنواع وهى بكتريا الأنفاق[Tunneling bacteria]التي تهاجم جدران خلايا الخشب مسببة تواجد أنفاق وسراديب تتغلغل في الجدران وهى تسبب في المراحل المتقدمة من الإصابة تغير في لون الخشب عادة إلى اللون البني الفاتح أو الأصفر الفاتح وتكون هذة المناطق أفتح في اللون عن المناطق المحيطة بها مما يرجح أن البكتريا تسبب إزالة اللون . إذ أنها تسبب تدهور اللجنين المحتوى بالخشب وبالتالي تؤثر على خواص القوى [٥] [صورة رقم(١٠٧)].

أما بكتريا التجاويف Cavitation bacteria فلها القدرة على تكوين تجاويف غير منتظمة مختلفة الأحجام بجدر خلايا الخشب خاصة في طبقة S_2 وتبدأ هذة التجاويف صغيرة ثم تزداد في الحجم مع تقدم الإصابة حيث تميل للشكل الطولي . وتكون هذة التجاويف بعكس

---

(1) عبد الوهاب حامد السنباطى ،" علاج وصيانة الأخشاب الأثرية المغمورة فى الماء أو المطمورة فى تربة رطبة تطبيقا على عينات خشبية من المركب الأثرى التى عثرت عليها هيئة الأثار بمسطرد سنة ١٩٨٧ "– رسالة ماجستير – جامعة القاهرة –كلية الأثار – قسم الترميم – ١٩٩١ –ص ١٩٤.

(٢) نسرين محمد نبيل الحديدى ، " علاج وصيانة الأخشاب تطبيقا على تابوتين بالمتحف المصرى لكلية الأثار" – رسالة ماجستير – جامعة القاهرة – كلية الأثار – قسم الترميم – القاهرة – ١٩٩٧ ص ١١٧–١١٨ .

(3) Blanchette, R., Nilsson, T. and Others; Op. Cit., p. 167, Fig. 13.

(4) Hedges, J. ; Op. Cit., p. 122.

(5) Blanchette, R. Nilsson, T. and Other ; Op. Cit., p.166.

التجاويف الناتجة عن العفن الطرى أكثر أو أقل تعامداً مع المحور الطويل للألياف وهى توجد عادة في منطقة النقر أو جوارها مما يرجح أن الهجوم يبدأ من حجرات النقر Pit chambers . وعادة ما يصاحب وجود هذا النوع من البكتريا الإصابة بالعفن الطري [١][صورة(١٠٨)]

والنوع الثالث من البكتريا التي تصيب جدران خلايا الخشب هي بكتريا التآكل [Erosion bacteria] والتي تسبب تحول لون الخشب المصاب إلى لون شديد القتامة مع ظهور العديد من الشروخ بطبقة السطح بما يتشابة مع أعراض الإصابة بالعفن الطري والعفن البني. بينما المناطق الأقل إصابة تظهر متماسكة في التركيب مع تغير لون الخشب إلى اللون الرمادي. وقد ذكر " Blanchette " [٢] أن التدهور الناتج عن وجود هذه البكتريا يتشابه إلى حد ما مع تآكل جدران الخلايا الناتج عن فطريات العفن الأبيض حيث تنمو البكتريا في فراغات خلايا الخشب وتبدأ بمهاجمة طبقة S3 كما في حالة العفن الأبيض. وفى المراحل المتقدمة من الإصابة تتغلغل البكتريا في الأتجاه الطولي لمناطق التآكل بجدران الخلايا والمناطق المجاورة مسببة حدوث تجاويف تظهر في القطاعات الرقيقة مشابهة لتأثير العفن الطري والخشب المصاب بهذا النوع من البكتريا سواء صلب أو طرى يعانى من فقدان في خواص القوى وذلك في المراحل المتقدمة] صورة رقم(١٠٩)]. وهناك نوع من البكتريا يهاجم وحدات النقر فقط. وهو يظهر في الأخشاب الطرية التي تكون مغمورة في الماء حيث توجه البكتريا هجومها إلى وحدات النقر في القصيبات وبرانشيمية الأشعة، أما وحدات النقر في الخشب القلبي فتكون أقل عرضة للإصابة عن الخشب العصارى. وتتسبب هذه البكتريا في زيادة مسامية الخشب [٣] [صورة رقم(١١٠)]

وبفحص التماثيل الثلاثة موضوع البحث للتعرف على أي من مظاهر التدهور الناتجة عن التعرض للإصابة الفطرية، وجد أن تمثال "كاعبر" توجد به العديد من الدلائل التي تؤكد تعرضة لأصابة فطرية سابقة حيث:-

- تغير لون الطبقة السطحية للخشب في العديد من المواضع إلى اللون الفاتح بالمقارنة بلون الخشب الأصلي مع هشاشيتها وليونتها ووجود العديد من الشروخ الشعرية في أتجاة الألياف هذا بجانب سهولة أنفصالها عن موضعها. وقد لوحظ أن سطح الخشب أسفل هذه الطبقة يميل للون القاتم مع وجود ذرات دقيقة من مسحوق أبيض اللون يمكن أزالتة بسهولة مع اللون القاتم [صور رقم(١١١، ١١٢)] .
- تحول سطح الخشب داخل الشروخ الطولية المتسعة وفى الأجزاء الداخلية بالتمثال إلى مسحوق ذو لون بنى قاتم سهل الإزالة.
- تحول لون الخشب بقبضة اليد اليسرى إلى اللون القاتم مع تواجد طبقة معتمة تميل للون الرمادي على السطح، هذا بجانب وجود العديد من الشروخ الشعرية الصغيرة في الأتجاة العرضي والطولي. وسطح الخشب في هذه المواضع أصبح ضعيفاً هشاً سهل التحول إلى مسحوق عند الضغط علية مع سهولة أنفصالة على هيئة قشور [صورة رقم(١١٣)] . ومعظم هذا التأثير أنحصر في طبقة السطح التي أختفت في الكثير من المواضع تاركة الخشب أسفلها في حالة جيدة نسبياً.

وقد تم أخذ عينات من الأجزاء التي تظهر عليها مظاهر الإصابة الفطرية بخشب تمثال " كاعبر " حيث تم أعدادها للفحص باستخدام الميكروسكوب الألكترونى الماسح للتعرف على

---

[1] **Ibid., p. 165.**
[2] **Ibid., p. 162.**
[3] **Ibid., pp. 160-161.**

وجود الفطريات وكذا التغيرات التي طرأت على التركيب الداخلي الدقيق للخشب. وقد أثبت الفحص وجود غزل فطرى كثيف داخل الجدر الداخلية للخلايا البرانشيمية وذلك في القطاع العرضي المماسى [صورة رقم (١١٤ أ-ب)] وكذا داخل فراغ الأشعة النخاعية المنتهكة الجدر في القطاع الطولي القطري [صورة رقم(١١٥ أ-ب)] .

كذا لوحظ في القطاع العرضي لعينة الخشب ذو اللون الفاتح حدوث شبه انفصال بين الصفيحة الوسطي والجدار الثانوي لخلايا قصيبات الخشب المتأخر ذو الجدران السميكة والكثافة العالية مع وجود فراغات مختلفة الأشكال والأحجام في طبقات الجدران الثانوية بما يتشابه مع مظاهر الإصابة ببكتريا الأنفاق [Tunneling Bacteria] التي ذكرها " Blanchette " (1) وآخرين من الباحثين في هذا المجال [صور رقم(١١٦-١١٧)]. وبفحص عينة أخرى من الخشب المتحول لوحظ أن الأوعية الصغيرة والألياف قد أصابها الانهيار والانكماش بينما الأوعية الكبيرة ظلت في وضع أفضل هذا بجانب تعرض الأنسجة بصورة عامة للتشوه والأنضغاط بسبب الإصابة الفطرية التي تظهر هيفاتها داخل الأوعية.

كذلك تم أخذ عينات غير متلفة من تمثال الشاب والسيدة بالرغم من عدم تواجد أي مظاهر واضحة للإصابة الفطرية، وقد تم فحص هذه العينات باستخدام الميكروسكوب الألكترونى الماسح. حيث لم يعثر على أي تواجد فطرى ظاهر في عينات الشاب أما في حالة العينات المأخوذة من أخشاب تمثال السيدة فقد شوهد تواجد غزل فطرى كثيف داخل أوعية الخشب ذات التغلظ المنقر وذلك في المسقط الطولي القطري] صورة رقم(١١٨)]، بجانب تواجد بعض الجراثيم داخل فراغ الخلايا البرانشيمية ذات الجدر الرقيقة والنقر البسيطة. كما تعرف على وجود العديد من الجراثيم ذات الشكل الكروي منفردة أو في مجاميع داخل فراغ أوعية الخشب الثانوي ذو التغلظ السلمي المنقر] صورة رقم(١١٩)]. أما في المسقط الطولي القطري فقد لوحظ تفكك صفوف الخلايا البرانشيمية نتيجة لاختفاء الصفائح الوسطي بجانب ظهور تهتك في الطبقات الخارجية للجدار السليلوزى الذي أنفصل على هيئة أغشية رقيقة، مما يؤكد تعرض تمثال السيدة إلى الإصابة الفطرية [صورة رقم(١٢٠)] .

وللتعرف على أنواع الفطريات المسببة للإصابة بالتماثيل الثلاثة تم أجراء فحص ميكروبيولوجى لخشب التماثيل عن طريق أخذ مسحات وعينات من مواضع متفرقة بالتماثيل خاصة المواضع التي تظهر بها دلائل الإصابة. حيث تم وضع هذه العينات والمسحات داخل أنابيب زجاجية معقمة في جهاز " Autoclave " ثم تم عمل مزارع فطرية لها ومن خلال فحص هذه المزارع تم التعرف على أنواع الفطريات الموجودة بكل من التماثيل الثلاثة.

ونظرا لأن تمثال " كاعبر " هو أكثر المجموعة تعرضا للتدهور بسبب الإصابة بالفطريات لذا تم عمل مزارع للعينات المأخوذة منه على مرحلتين. المرحلة الأولى تمت خلال فترة الشتاء حيث أخذت العينات من التمثال أثناء تواجده في فترينة العرض قبل البدأ في أعمال ترميمية، كما تم أخذ مسحة من الهواء الموجود داخل فترينة العرض المغلقة للتعرف على الفطريات المتواجدة في الوسط المحيط بالتمثال والجدول التالي [جدول رقم (٢)] يوضح مواضع العينات التي تم عمل مزارع لها.

---

(1) **Ibid., p. 141.**

-Blanchette, R. ; "Biodeterioration of Archaeological Wood", Biodeterioration Abstructs, Vol. 9, No. 2, CAB International , USA, 1995, pp.123-124, Fig. 10A.

-Blanchette, R.; "A Guide to Wood Deterioration Caused by Microorganisms and Insects", The Structural Conservation of Panel Paintings, the Getty Conservation Institute , Los Angles, 1995, pp. 61-62, Fig. 5a.

جدول رقم (٢)

الأثر	رقم العينة	موضع العينة
تمثال "كاعبر" (٣٤ كتالوج)	١	من الطبقة المتحولة ذات اللون الفاتح بظهر النقبه.
	٢	من السطح الخلفى للساق اليسرى.
	٣	مسحة من داخل التشققات الموجودة بالظهر.
	٤	مسحة من الجانب الأيمن للجسم أسفل الذراع.
	٥	عزل من الهواء الجوى داخل فترينة العرض الخاصة بالتمثال.

وقد تم عمل مزارع لهذه العينات والمسحات في معامل الميكروبيولوجى بمركز البحوث والصيانة التابع للمجلس الأعلى للآثار حيث زرعت هذه العينات في المعمل مرة على بيئة تشابك Czapek's Medium التي تحتوى على السكروز كمصدر كربونى والمكونة من :-

- سكروز ٣٠ جرام
- نترات الصوديوم $NaNO_3$ ٢ جرام
- فوسفات البوتاسيوم الهيدروجينية KH_2PO_4 ١ جرام
- كبريتات الماغنسيوم المائية $MgSO_4$-$7H_2O$ ٠,٥ جرام
- كلوريد البوتاسيوم KCl ٠,٥ جرام
- كبريتات الحديدوز المائية $FeSO_4$-$7H_2O$ ٠,٠١ جرام
- ماء صنبور ١٠٠٠ جم ٣

ومرة أخرى تم زرع جميع العينات على البيئة Malt المكونة من :

- آجار Agar ١٥-٢٠ جرام
- مالت Malt ١٥ جرام
- ماء ١٠٠٠ سم٣

- وقد تم تحضين الأطباق المزروعة عند درجة حرارة ٢٨-٣٠ ° لمدة تتراوح من ٥ إلى ٧ أيام وبأنتهاء فترة التحضين فحصت الأطباق لحصر مستعمرات الفطريات المتواجدة ، حيث تم دراسة لون المزرعة وشكلها بالعين المجردة ثم تم فحصها ميكروسكوبياً لتحديد نوع الميسليوم وتكوين الجراثيم وشكلها وتواجد الحوامل الجرثومية ونوعها وذلك بإستخدام المراجع الخاصة بالتصنيف وقد أعطت جميع العينات نتائج فى البيئتان المستخدمتان [صور رقم ١٢١-١٢٢-١٢٣-١٢٤] .

والجدول التالى [جدول رقم (٣)] يوضح الفطريات التى تعرف عليها عند عمل مزارع لعينات ومسحات من تمثال "كاعبر" الموضحة بالجدول رقم (٢) وذلك على وسط Malt ووسط تشابك GZ[١] . وقد تم عمل هذة المزارع بمعامل الميكروبيولوجى بمركز البحوث التابع للمجلس الأعلى للآثار .

الفطر المتواجد Genera & Species	Sample No. رقم العينة				
	1	2	3	4	5
Asp. flavus	+	+	-	+	+
Asp. niger	+	-	-	-	+
Asp. sulforous	-	+	+	-	+
Asp. sp.	+	+	+	+	+
Alternaria	-	+	-	-	+
Cladosporium	-	-	-	+	+

* يوجد " Positive " : +　　　　* لايوجد "Negative" : -

أما المرحلة الثانية للفحص الميكروبيولوجى لعينات تمثال كاعبر فقد بدأت خلال فترة الصيف بعد أستلام التمثال للبدأ فى عمليات الترميم حيث أخذت عينات من مواضع الأصابة بالتمثال وتم عمل مزارع لها فى معامل الميكروبيولوجى بقسم النبات – كلية العلوم – جامعة أسيوط، والجدول التالى [جدول رقم (٤)] يوضح مواضع هذة العينات بالتماثيل الثلاثة.

الأثر	رقم العينة	موضع العينة
تمثال "كاعبر" (٣٤ كتالوج)	١	من الطبقة المتحولة بالجانب الأيسر للجسم .
	٢	من الطبقة المتحولة بالجانب الأيمن للجسم .
	٣	مسحوق خشب قاتم اللون من داخل شرخ بالجانب الأيسر للجسم .
	٤	مسحوق خشب قاتم اللون من داخل الشرخ العميق بالجانب الأيسر للنقبة من الأمام .
	٥	من الطبقة المتحولة ذات اللون الفاتح بالسطح الخلفى للساق اليسرى .
	٦	من الطبقة القاتمة باليد اليسرى .
	٧	من جانب الساق اليسرى .
تمثال الشاب (٣٢ كتالوج)	٨	من داخل التآكل الحشرى بالجسم .
تمثال السيدة (٣٣ كتالوج)	٩	من داخل التآكل الحشرى بالشعر المستعار من الخلف.

وقد زرعت العينات مرة على وسط " السليلوز والآجار " ومرة أخرى على وسط " الجليكوز وتشابك" وذلك عند درجة حرارة ٢٥م° . والجداول رقم (٥-٦) تتضمن أنواع الفطريات التى تم عزلها من عينات التماثيل الثلاثة. بينما الجدول رقم (٧) يوضح النتيجة النهائية للدراسات التى أجريت للتعرف على الفطريات المتواجدة بالتماثيل الثلاثة .

جدول (٥) : يوضح الفطريات التى تعرف عليها عند عمل مزارع لعينات التماثيل على وسط (سليولوز – أجار) عند درجة حرارة ٢٥ °م [١].

Genera and Species الفطر المتواجد	Sample No. رقم العينة تمثال " كاعبر " (٣٤)							تمثال الشاب (٣٢)	تمثال السيدة (٣٣)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Asp. flavus	-	-	-	-	+	-	-	+	-
Asp. fumigatus	+	-	-	-	-	-	-	-	+
Asp. niger	+	+	-	+	-	+	+	+	+
Asp. sydowii	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Acremonium strictum	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Alternaria alternata	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Cladosporium herbarum	+	-	-	-	-	-	-	-	-
C.sphaerospermum	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Penicillum stekii	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Trichothecium roseum	-	-	-	-	-	+	-	-	-

يوجد + = " Positive "

لايوجد - = "Negative"

[١] تم عمل المزارع بمعامل الميكروبيولوجى بقسم النبات – كلية العلوم – جامعة أسيوط. .

جدول (٦) : يوضح الفطريات التى عثر عليها عند عمل مزارع لعينات التماثيل على وسط (جليكوز-تشابك) عند درجة حرارة ٢٥ °م[١] .

Genera and Species الفطر المتواجد	Sample No. رقم العينة تمثال " كاعبر " (٣٤)							تمثال الشاب (٣٢)	تمثال السيدة (٣٣)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Asp. chevalieri	-	-	-	-	+	-	+	-	-
Asp. flavus	-	-	-	-	-	-	+	-	+
Asp. fumigatus	-	-	+	-	+	-	-	-	-
Asp. niger	+	-	+	+	-	-	-	+	-
Asp. sydowii	-	+	-	-	-	-	-	-	+
Asp. versicolor	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Alternaria alternata	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Cladosporium herbarum	-	-	-	+	-	-	+	-	-
Emericella ecluinulatus	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Epicoccum purpurascence	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Fusarium oxysporum	-	-	-	-	-	-	-	-	+
F.solani	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Penicillum stakii	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Verticillium sp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-

+ : " Positive " يوجد
- : "Negative" لايوجد

[١] تم عمل المزارع بمعامل الميكروبيولوجى بقسم النبات – كلية العلوم – جامعة أسيوط .

جدول رقم (٧) : النتائج النهائية للفطريات التى تم التعرف عليها بالتماثيل الثلاثة المختارة[1]

تمثال كاعبر (٣٤)	تمثال الشاب (٣٢)	تمثال السيدة (٣٣)	الفطر المتواجد	تأثيرة على الأخشاب
			Asperigillus :	تتبع فطريات النواقص **Imperfecti**
+	−	−	**A. chevalieri**	وتسبب تكون كمية كبيرة من الجراثيم الملونة
+	+	+	**A. flavus**	على سطح الخشب ، وهى قليلة
+	−	+	**A. fumigatus**	الخطورة بالمقارنة بالفطريات الأخرى
+	+	+	**A. niger**	المحللة للأخشاب ويسبق وجودها وجود
+		+	**A. sydowii**	الفطريات المحللة للسليولوز طبقا لنظام التتابع
+			**A. versicolor**	فى تكوين المستعمرات وتوجد بصورة عامة
+			**A. sulforous**	على الأخشاب التى تكون على أتصال بالأرض
+			**Acremonium strictum**	من الفطريات الناقصة .
+			**Alternaria alternata**	من الفطريات المحللة للسليولوز والتبقيع وهى تتبع فطريات النواقص .
			Cladosporium :	يتبع فطريات النواقص وهو يهاجم السليولوز
+			**C. herbarum**	ويسبب تبقيع الخشب خاصة التبقيع الأزرق
+	+		**C. sphaerosperamum**	القاتم .
	+		**Emericella ecluinulotus**	من فطريات التبقيع وهى تتبع **Ascomycetes** الذى تسبب بعض الكائنات التابعة لة الأصابة بالعفن الطرى .
+			**Epicoccum purpurascence**	من فطريات التبقيع التى تتبع فطريات النواقص .
			Fusarium :	من الفطريات المحللة للسليولوز وهى تتغذى
		+	**F. oxysporum**	على محتويات الخلية **Cell sap** وتتبع
+			**F. solani**	فطريات النواقص وتسبب تلون الخشب بلون وردى متدرج الى بنفسجي.
+			**Penicillum stekii**	يتبع فطريات النواقص وهو يسبب تحلل السليولوزويعتبر من فطريات التبقيع إذ يكون مستعمرات خضراء على الخشب نتيجة لتجمعات جراثيمية . .
+			**Trichothecium roseum**	من الفطريات التى لاتوجد بصورة عامة بمصر ويتعرف عليها فى المنتجات النباتية المستوردة .
+			**Verticillum sp.**	من فطريات التبقيع وهو يتبع فطريات النواقص .

- يوجد **[Positive] : +**
- لايوجد **[Negative] : −**

[1] Campbell, M. and Others ; "The Medical Mycology Handbook", Awiley Medical Publication, N.Y., 1980.
- Pitt, J. and Hocking, A. ; "Fungi and Food Spoilage", Academic Press,Sydney, 1985.

الباب الثالث

الدراسات التجريبية
على مختارات من أهم المواد
المستخدمة فى ترميم
الأخشاب الجافة

الدراسات التجريبية على مختارات من أهم المواد المستخدمة فى ترميم الأخشاب الجافة

لترميم التماثيل الخشبية المختارة إستلزم الأمر أجــراء عمليــات تقويــة بإســتخدام إحدى مواد التقوية مع أجراء عمليات التقوية التدعيمية بإستخدام أحد المخاليط المالئــة التــى تتناسب مع طبيعة الأخشاب ،ولإختيار أنسب المواد والمخاليط للقيام بهذة العمليات تم إجــراء العديد من الأختبارات والدراسات النظرية والعملية لتحديد خصائص وسلوكيات مختارات مــن المواد المستخدمة فى مجال ترميم الأخشاب مع تطبيق إستخدامها على أخشاب متقادمة للتعرف على تأثيرها على التركيب الداخلى الدقيق للخشب المتقادم ومدى تأثيرهــا علــى خصائصــة المميزة وبذا يمكن المفاضلة بينها لإختيار ما يتناسب مع متطلبات عمليات تــرميم التماثيــل الخشبية المختارة بما يتضمن الاستمرارية ،

وقد أنقسمت الدراسات والأختبارات التى أجريت إلى الثلاثة عمليات التالية :

أولاً : دراسات عمليات التقادم.

ثانياً : دراسات وأختبارات مواد التقوية.

ثالثاً : الدراسات التجريبية للمواد والمخاليط المالئة.

أولاً : دراسات عمليات التقادم

التقادم هو تعرض المواد إلى العديد من مظاهر التدهور خلال فترات من الزمن بسبب العديد من العوامل ، ويمكن تعريف هذا التدهور بالتغيرات التى تطرأ على هذه المواد مســببة تأثير غير ملائم على خواصها ، كما يمكن التعبير عنه بأى تغير كميائى يطرأ على تركيــب هذه المواد ، وينتج عن تعرض فيلم مواد التقوية للتدهور العديد من المظاهر من أهمها :

- التغير فى اللون.
- تأثر خاصية المرونة وزيادة قابلية التقصف.
- فقدان لمعة السطح وتحوله فى بعض الحالات إلى المظهر الطباشيري .
- ظهور صدوع دقيقة.
- إنبعاث مواد طيارة من نواتج التدهور ذات التأثير الضار.
- تغير فى قابلية الذوبان والإزالة.
- إختلاف قيمة الأس الهيدروجينى [PH].
- الميل فى بعض الحالات للزوجة (دبق).

أ) العوامل التى تسبب تدهور المواد خلال عمليات التقادم : (١)

تنتج مظاهر التدهور السابقة التى تتعرض لها المواد خلال عمليات التقادم من تــأثير بعض العوامل التى من أهمها :

---

(1) **Mc Neill,C.;"Fundamental Aspects of Polymer Degradation",'Polymers in Conservation , Royal Society of Chemistry ,Cambridge, 1992,pp.14-32.**

١- الحرارة : [Heat [Thermal Degradation

يمكن لجميع البوليمرات أن تتعرض للتدهور فى مرحلة ما إذا ما أرتفعت درجة الحرارة بمقدار كاف مما يؤدى إلى عدم ثباتها وتختلف معدلات هذه الدرجة من بولمير إلى آخر فكلوريد البولى فينيل يتعرض للتغير فى اللون بسبب التدهور الحراري تحت درجة ٢٠٠°م بينما مادة Polytetrafluoroethylene تكون ثابتة لحوالى ٥٠٠°م ٠

٢- الضوء :[Light[Photo Degradation

يمتد طيف طاقة شعاع الشمس الذى يصل لسطح الأرض من منطقة الآشعة فوق البنفسجية (٢٩٠nm) إلى منطقة الأشعة تحت الحمراء (١٤٠٠nm) ولايتوفر لكل من الضوء المرئى والآشعة تحت الحمراء الطاقة الكافية لكسر روابط البلوليمرات إلا أن الضوء فوق البنفسجي ذو أطوال الموجات أقل من ٤٠٠ nm (نانوميتر) يكون ذو طاقة كافية لكسر هذه الراوبط مسببا تعرض العديد من البوليمرات للتدهور وبوجة عام فإن البوليمرات تكون أكثر تأثراً بالآشعة ذات الطاقة العالية مثل أشعة أكس ٠

٣- الغازات الجوية : [Atmosphere [Atmospheric Degradation

تتعرض البوليمرات للتدهور نتيجة للهجوم الكميائى بواسطة الغازات الموجودة فى الجو المحيط ، فالأكسجين يمكن أن يسبب تعرضها للأكسدة فى درجة الحرارة العادية وفى غياب الضوء فوق البنفسجي ، إلا أن المعتاد أن يحدث التدهور نتيجة للتأثير المشترك لكل من الأكسدة والحرارة أو الضوء ٠ وعامة فإن البوليمرات المحتوية على ذرة هيدروجين فى سلاسلها أو مجموعات ميثيلين أو ميثان أو المنشطة عن طريق عدم التشبع تكون أكثر عرضة للتدهور بسبب الأكسدة ٠

كما يمكن للأحماض الناتجة عن تواجد كلاً من ثانى أكسيد النيتروجين وثانى أكسيد الكبريت اللذان يعتبرا من المكونات الهامة للتلوث الجوى أن يتسببا فى تعرض البوليمرات الثابتة للتحلل المائى ٠ أما الأوزون الذى يوجد بنسبة قليلة فى الهواء فيعتبر عامل تدهور فعال لتركيب بعض البوليمرات ٠

٤-التميؤ : Hydrolysis

يمكن أن تتعرض البوليمرات الصناعية التى تحتوى على الأسترات ، الأميدات ، اليوريثان والمحتوية على روابط الكربون ، وكذا فى حالة عديدات السكريات الطبيعيةوالبروتينات إلى التدهور بسبب التميؤ والذى يزيد تأثيرة عند توفر ظروف الرطوبة المناسبة مع أس هيدروجينى أقل من" ٧" ٠

٥- التدهور البيولوجي : Biodegradation

للكائنات الحية الدقيقة القدرة على مهاجمة معظم البوليمرات الطبيعية وبعض البوليمرات الصناعية خاصة التى تتميز بتركيب محفز لهجوم هذه الكائنات كالبولى أسترات الأليفاتيه Aliphatic Polyesters والبولى أثير Polyethers والبولى يوريثان

Polyurethanes والبولى أميد Polyamides وذلك فى حالة توفر الظروف الملائمة للنمو . فالفطريات تحتاج لنموها إلى توفر الأكسجين مع ظروف حامضيه (PH. ٤,٥ -٥) ودرجة حرارة حوالى ٣٥°م ،أما البكتريا فتفضل ظروف أقل حامضية (PH. ٥-٧) وتنشط فى مجال أوسع من الحرارة يصل لحوالى ٦٠°م كما يمكن لها أن تنمو فى وجود أوغياب الأكسجين.

ويتوقف تأثير التدهور البيولوجي على البوليمرات على طول السلاسل وتفرعاتها إذ أن البوليمرات ذات السلاسل الطولية القصيرة تكون أكثر عرضة للإصابة عن ذات السلاسل الطويلة المتفرعة . وفى حالة تعرض البوليمرات المقاومة للإصابة للتأكسد الضوئى الذى يسبب تخفيض حجم السلاسل فإنها تفقد هذه المقاومة وتصبح عرضة للإصابة .

والجدول التالي [جدول رقم (٨)][1] يتضمن نتائج دراسة قام بها "Mc Neill" لتوضيح تأثير العوامل السابقة على قابلية بعض البوليمرات للتدهور والتى تتزايد من صفر إلى ٤ .

البوليمرات POLYMER	الأنحلال الحرارى Thermal Degradation	التأكسد الضوئى Photo-oxidation	الأوزون Ozone	التميوء Hydrolysis	التدهور البيولوجى Bio-degradation
polyethylene	2	3	1	0	1
polypropylene	2	4	1	0	0
natural rubber	2	4	4	0	1
polystyrene	2	3	1	0	1
poly(vinyl chloride)	4	3	0	1	0
poly(vinyl acetate)	3	3	0	4	2
poly(vinyl alcohol)	4	1	0	0	3
poly(methyl acrylate)	2	3	0	1	1
poly(methyl methacrylate)	3	2	0	1	0
poly(ethylene terephthalate)	2	1	1	1	1
bisphenol A polycarbonate	1	3	2	1	0
polytetrafluoroethylene	0	0	0	0	0
polyamide (Nylon-6)	2	2	2	2	2
polyurethanes	3	3	1	1	2-4
polypeptides	2	2	2	2	4
alkyd resins	2	2	2	1	
epoxy resins	2	2	1	1	
cellulose	2	2	0	2	3

(1) **Mc Neill, C. ; Ibid.,p. 31.**

ب- التقادم المسرع Accelerated Ageing :

يعتبر الثبات من المتطلبات الأساسية التى لابد أن تتوفر فى مواد الترميم المستخدمة فى مجال الآثار وذلك لفترة لاتقل عن ٥٠ عاماً وقد ذكر " Feller "[1] أن مواد الترميم المناسبة للاستخدام فى مجال الآثار يجب ألا تفقد أكثر من ٢٠% من خواصها الأساسية خلال ١٠٠ عام من التعريض للظروف العادية بالمتاحف ٠

ولكى يمكن دراسة سلوك هذه المواد خلال عمليات التقادم لجأ إلى استخدام التقادم المسرع لإسراع عمليات التدهور البطيئة التى تتعرض لها المواد لمعدل يمكن أن يقاس ويدرس بسهولة ، وبالتالى فهو محاولة للحصول فى وقت قصير على نفس التأثير الحادث فى فترة طويلة من التقادم الطبيعى ٠ وقد تم تحقيق ذلك عن طريق زيادة الطاقة المسببة للتقادم بالاستخدام المكثف للحرارة والضوء ٠

وقد أجرى فى الكثير من المراكز العلمية والمعاهد المتخصصة العديد من الدراسات والإختبارات على عمليات التقادم المسرع المختلفة للتعرف على سلوك المواد خلالها وأنسب الظروف التى تعطى أقرب نتيجة للتقادم فى الظروف المتحفية الاعتيادية. ويمكن تقسيم أهم عمليات التقادم المسرع إلى ما يلى :

١- التقادم الطبيعي : Natural Ageing

يتم بالتعريض إلى العوامل السابقة التى تسبب تدهور المواد وذلك فى الظروف الطبيعية الإعتياديه ولكن بصورة مكثفة ، ويفضل إجراءه باستخدام واحد من هذه العوامل مع تجنب توفر العوامل الأخرى حتى يمكن التعرف على تأثير كل عامل بصورة محددة٠

وقد أجرى المعهد الكندى للترميم Canadian Conservation Institute [2] تقادم طبيعى فى الظلام لمدة خمس سنوات على مختارات من الراتنجات داخل خزانات مغلقة ،مغلفه من الداخل بالملامين عند درجة حرارة ٢٢° م ورطوبة بنسبية ٤٥% حيث وضعت العينات على أرفف مثقبه داخل الخزانات مع إستخدام مروحة لتحريك الهواء لمنع تراكم أى إنبعاثات كيميائية غير مرغوب فيها .

---

[1] **Feller, R.L. ; " Standards in the Evaluation of Thermoplastic Resins", Paper Delivered at the Fifth Triennial Meeting of the International Council of Museums Committee for Conservation , Zegreb, 1978 ,p.78\16\4\19 .**

[2] **Down,J., and Others ; " Adhesive Testing at the Canadian Conservation Institute-An Evaluation of selected Poly Vinyl Acetate and Acrylic Adhesives ", Studies in Conservation, No. 41, The Journal of the International Institute for Conservation , U.S.A., 1996 , pp. 19:44 .**

كما قام " Howells " [١] وأخرون بإجراء عمليات تقادم تحت تأثير ضوء الشمس، عن طريق وضع مجموعة من العينات داخل صندوق مغلق ذو واجهة زجاجية عند درجة حرارة ٤٥°م ، ورطوبة نسبية من ٤٥ إلى ٦٥% ، مع إضافة مادة السليكاجيل والفحم المنشط لإمتصاص غازات التلوث ٠ وقد تم تعريض العينات للضوء من خلال ثلاثة أنواع مختلفة من المرشحات وهى : الزجاج ، VA Perspex، V E Perspex (بولى ميثيل ميثاكريلات) ٠ كما تم إضافة مجموعة من العينات داخل صندوق الاختبار حفظت فى الظلام حتى تستخدم فى المقارنة . وقد أستمر الاختبار لحوالى ١١٠ يوم فى الصيف ليتم الوصول إلى تأثير يقابل ١٠٠ عام من التعريض لحوالى ١٥٠ لوكس داخل القاعات المتحفية ٠

كذلك قامت نفس المجموعة بإجراء عمليات تقادم طبيعى على مجموعتين من العينات تحت ظروف مختلفة ، حيث حفظت مجموعة فى مكان مظلم غير مكيف مما أدى إلى تعرضها أما لمستوى عال من الجفاف أو مستوى عال من الرطوبة ، أما المجموعة الثانية من العينات فعرضت للضوء الطبيعى من خلال زجاج بحيث وصل مستوى الإضاءة إلى حوالى ٤٠٠ لوكس ٠ وقد حفظت كلاً من المجموعتين فى درجات حرارة الغرفة العادية (١٠ – ٢٥° م).

٢- التقادم الضوئى Light Ageing :

هو الأسرع بالتفاعلات التى يمكن أن تحدث عند التعرض إلى النوعيات المختلفة من الضوء خلال فترة من الزمن ٠ ويتم فى هذا النوع من التقادم تثبيت نوعية الضوء المستخدم حتى يمكن تحديد تأثيرة خلال هذه العمليات بدون تداخل تأثير نوعيات الضوء الأخرى ٠ويستخدم فى هذا التقادم مستوى أضاءة موضعى لكل من الضوء المرئى والضوء فوق البنفسجى .

وقد أجرى كلاً من " Blackshaw " " Ward " [٢] تقادم ضوئى مسرعا بإستخدام لمبات الفلورسنت التى تعطى شده إضاءه ٤٠٠ لوكس عند مسافة ٣٠ سم حيث مستوى الضوء الذى تتعرض له الآثار بالمتاحف يكون حوالى ١٥٠ لوكس ٠ وقد روعى خلال هذه الأختبار أن يكون التعرض مستمراً خلال فترة التقادم ٠

---

(1) Howells , R., and Others ; "Polymer Dispersions Artificially Aged", Adhesives and Consolidants, IIC, London , 1984, pp. 36-37.

(2) Blackshaw, S., and Ward, S.; " Simple Tests for Assessing Materials for Use in Conservation ", The Proceedings of the Symposium Resins in Conservation , Scottish Society for Conservation and Restoration, U.K., 1983, pp. 2-1, 2-15.

كما أجرى المعهد الكندى للترميم Canadion Conservation Institute [١] عمليات تقادم على مختارات من الراتنجات المستخدمة فى مجال الترميم تحت تأثير ضوء الفلورسنت (40 Watt Duro Test Vita - Lite Fluorescent light) وذلك عند شدة أضاءة من ٧٠٥ إلى ٨٠٠ لوكس ، ١٩٠ ميكرووات / ليومن ، ودرجة حرارة ٢٢° م ، ورطوبة نسبية ٤٥% ، حيث وضعت عينات أفلام المواد الجافة أعلى أرفف يوجد أعلاها لمبات فلورسنت بطول ٥٠ سم مع إستخدام حواجز لتقليل كثافة وعدم انتظام توزيع الضوء وذلك داخل خزانات محكمه الغلق يوجد بداخلها مراوح لمنع تراكم أى أنبعاثات كيميائية ، وتم تعريض العينات بصورة مستمرة للضوء لمدة خمس سنوات . وبذا تم الحصول على نتيجة تتماثل مع ١٥ عام من التعريض بالمتاحف عند شدة أضاءه من ٧٠٠ إلى ٨٠٠ لوكس ، ١٩٠ ميكرووات / ليومن أو ٥٠ عام من التعريض عند ٢٠٠ لوكس ، ١٩٠ ميكرووات / ليومن أو ٢٠٠ عام من التعريض عند ١٥٠ لوكس ، ١٩٠ ميكرووات / ليومن .

أما " Shashoua " [٢] فقد أجرى تقادم ضوئى على الأفلام الجافة لمجموعة من الراتنجات بإستخدام لمبات ٥٠٠ وات المطلية بالفسفور (Phosphor coated bulb) والتى تعطى نفس تصنيف أطوال موجات ضوء النهار الطبيعى ولكن بمعدل كثافة أكثر ٢٠٠ مرة .

كما قام " Howells " [٣] وآخرون بإجراء تقادم ضوئى على مجموعة من العينات عند درجة حرارة من ١٢ إلى ١٨°م لعزل تأثير الحرارة مع إستخدام لمبات فلوسنتGraphic A47 Philips التى تعطى إنبعاثات مقاربة لضوء الشمس النافذ من الزجاج وقد أستمرت عمليات التقادم حتى تم الحصول على تأثير مماثل للتعرض لشدة ضوء ١٥٠ لوكس لمدة ١٠٠ عام .

ولتحديد مقاومة المواد لتكوين روابط مزدوجة أجرى كلاً من " Berger "Zeliger" [٤] عمليات تقادم على مجموعة من عينات لواصق مصبوبة على صفائح من الألومنيوم بتعريضهاإلى لمبات RS - Type Sunlamp وذلك لمدة ٢١ يوماً ،وقد أجرى "Feller " [٥]

---

[1] Down, J., and Others; Op. Cit ., p. 22.

[2] Shashoua, Y.R. ; "Mechanical Testing of Resins for Use in Conservation " ICom Committee for Conservation , 10 Th. Triennial Meeting , Washington , 1993, p. 581

[3] Howells, R., and Others ; Op.Cit., p.37.

[4] Berger,G.,and Zeliger, H.; " The Procedure of Developing an Adhesive for Paintings, The Importance of Valid Tests", Adhesives and Consolidants, I I C., London , 1984, p. 15.

[5] Feller, R., and Curran, M.; Solubility and Cross linking Characteristics of Ethylene\ Vinylacetate Copolymers , " Bulletin of the American Group, I I C. 11, London ,1970 , pp.42-45 .

اختبار مشابه ولكن لمدة ١٦٠ يوماً ٠وتتعرض المـــواد خـــلال عمليـــات التقـــادم الضـــوئي السابقةإلىالعديد من التغيرات فى خواصها المميزة خاصة اللون والذوبان والمرونة كما يمكـــن أن تتعرض للتغير فى الوزن الجزيئى [١]

٣- **التقادم الحراري : Heat Ageing**

يستخدم التقادم الحرارى لإسراع أى تفاعل يمكن أن يحدث فى ظروف الحرارة خلال فترة من الزمن٠ ويجرى هذا التقادم فى الظلام عند معدلات مختلفة مـــن درجـــات الحـــرارة والرطوبة النسبية ٠ وقد ذكر " Shashoua " [٢] أن أكثر درجات الحرارة استخداما فى هذا النوع من التقادم هى ٧٠°م ، ١٠٠° م إلا أنة أقترح تفضيل التقادم عند درجـــة حـــرارة ٧٠°م لأنة يوضح بصورة أفضل التغيرات التى تطرأ على المواد خلال فترة ٥٠ عام ٠ وقـــد أجرى المتحف البريطاني عمليات تقادم عند درجة حرارة ٧٠° م ± ١° م وذلك فـــى أفـــران التسخين بالحمل الحرارى Convection Oven ٠

أما " Howells " [٣] وآخرون فقد أجروا مجموعة من أختبارات التقادم الحـــرارى فى الظلام على مجموعتين من العينات ، الأولى عند درجة حـــرارة ٨٣° م لمـــدة ٥٠ يومـــاً والثانية عند درجة حرارة ٩٥° م لمدة ٥٠ يوماً وذلك للتعرف على مدى الإختلاف فى مظاهر التدهور عند إختلاف درجات الحرارة ٠ وقد أستخلص من هذه التجارب أنه كلمـــا أرتفعـــت درجات الحرارة كلما زاد ميل المواد للأصفرار وأن التقادم الحرارى يسبب تغيراً فـــى اللـــون أكثر من التقادم الضوئى ٠

كذلك أجرى كلاً من " Blackshaw " ، " Ward " [٤] عمليات تقادم حرارى على مختارات من مواد الترميم حيث قاما بحساب العلاقة بين درجات الحرارة والزمن فـــى حالـــة معرفة مقدار الطاقة المنشطة Activation Engergy وأعطيا كمثال على ذلك عنـــد تـــوفر طاقة منشطة تبلغ 60 KJ \ mol (حيث K = معدل التفاعل) يكون التقادم لمدة يوم واحـــد عنـــد درجة حرارة ٧٠° م مساوى للتقادم لمدة ٢٧ يوم عند درجة حرارة ٢٥° م ، والتقادم لمدة يوم واحد عند درجة حرارة ١٠٠° م مساوى للتقادم لمدة ١٥٧ يوم عند درجـــة حـــرارة ٢٥° م مع الوضع فى الأعتبار أن زيادة الطاقة المنشطة يسرع التفاعلات التى تحدث خـــلال التقادم ٠ وقد ذكرا أن أهم خواص المواد التى تتعرض للتغير بفعل التقـــادم الحـــرارى هـــى عكسية العلاج واللون ٠

---

(1) Blackshaw., S.,and Ward, S.; Op.Cit., pp. 2-6 .
(2) Shashoua, Y.R. ; Op. Cit . ,p. 581 .
(3) Howells , R., and Others ; Op. Cit., pp. 37-38 .
(4) Blackshaw, S., and Ward, S.; Op. Cit., pp. 2-4 ‘ 2-5

ثانياً : دراسات وأختبارات مواد التقوية

تعتبر راتنجات الأكريلك فى الوقت الحالى من أكثر المواد إستخداماً فى مجالات الترميم المختلفة وذلك لتنوعها وأختلافها فى الخواص والسلوكيات مما كان دافعاً لإختيار مختارات منها لتكون موضع الدراسات والأختبارات التى أجريت فى هذه الدراسة وذلك لإختيار أنسبها لحالة التماثيل الخشبية موضوع البحث ، وقد أضيف إلى هذه الدراسة مختارات من مشتقات السليولوز و راتنجات البولى فينيل لتوسيع مجال المقارنة والأختيار ٠ ويمكن إيجاز الهدف الرئيسى من هذة الدراسات بتحديد التغيرات التى قد تطرأ على مواد التقوية المختارة بفعل التقادم مثل عدم عكسية الإستخدام بسبب تكون روابط مزدوجة ، وذلك لمحاولة التوصل إلى الأسباب والعوامل المسئولة عن هذا التدهور لمنع تأثيرة المحتمل على الآثار مع استبعاد إستخدام المواد التى يثبت تغيرها بصوره متلفة للأثر ٠هذا بجانب التعرف على تأثير هذه المواد ومدى فاعليتها كمواد تقوية على الأخشاب المتقادمة الضعيفة وكذا مدى وكيفية تأثيرها على الخواص العامة للخشب والتركيب الداخلى الدقيق له ٠

أ] مواد التقوية المختارة للدراسة التجريبية والتطبيقية :

١- راتنجات الأكريلك :- (١)

- بارالويد B44s وهو من راتنجات الأكريلك ذات البلمرة المشتركة Copolymer ويتكون من بولى أيثيل أكريليت [PEA] وبولى ميثيل ميثا أكريليت [PMMA] وأثيل أكريليت [EA] ، وهو يتحول من الحالة الصلبة إلى الحالة الطرية عند درجة حرارة ٦٠ْ م ويطلق على هذة الدرجة التحول الزجاجى Glass Transition [Tg] ٠ ونسبة الأستطالة للفيلم من هذا الراتنج عند تعرضها للشد ١٠٨% ± ٣,٣١ وهو قابل للذوبان فى الأسيتون والتولوين ٠

- بارالويد B48s وهو ذو بلمرة مشتركة ويتكون من بولى بيوتيل أكريليت [PBA] وبولى ميثيل ميثا أكريليت [PMMA] وبيوتيل أكريليت [BA] وهو يعطى فيلم يتميز بالقوة والتماسك والمتانة والقدرة على البقاء فى الأماكن الخارجية كما أن له خواص لصق ممتازة ٠ ودرجة التحول الزجاجى له [Tg] ٥٠° م بينما نسبة الإستطالة عند تعرضه للشد ٢٧,١%وهو قابل للذوبان فى التولوين والأسيتون وميثيل أثيل الكيتون ويفضل أستخدامه مذاباً فى خليط من الأسيتون والكحول بنسبة ١:١ حتى نحصل على زمن جفاف مناسب ٠

(1) **Horie,C.V.; "Materials for Conservation ", Butterworth Series in Conservation and Museology, 1987,U.K., pp.103 -112.**
- Kushel,D. ;"Varnish Resins for Conservation -Useful Working Data", Bufelo State College, Art Conservation Department ,Ny,1988,pp.3-6.
- Joel,F. LTD. Catalogs ;"Museum Laboratory and Archaelogical Supplies ", Frank W.Joel LTD., U.k.,1981,p. 13.
- Adams, D. ; " Catalog of Materials - Supplies - Tools for the Professional Conservators and Archivist", Conservation Materials LTD., Sparks , Nevada, 1995, p. 52.
- Down ,J., and Others ; Op. Cit., pp. 21- 33 .

- بارالويد B67 وهو من الراتنجات ذات البلمره المتجانسة Homopolymer ويتكون من بولى أيزوبيوتيل ميثاأكريليت [PIBMA] وهو قابل للذوبان فى الأسيتون ، ميثيل أيثيل الكيتون وأيزوبروبانول ليعطى عند الجفاف فيلم قصيم ذو درجة تحول زجاجى Tg ٥٠° م ٠

- بارالويد B.72 [١] وهو ذو بلمرة مشتركة ويتكون من بولى ميثيل أكريليت [PMA] وبولى أيثيل ميثا أكريليت [PEMA] ، قابل للذوبان فى الأسيتون التولوين ، الزيلين والكحول الأثيلى ، يتميز بأن نسبة إستطالتة عند التعرض للشد ١٤٥% بينما درجة التحول الزجاجى Tg ١٤٠°م ، وهو من أكثر راتنجات الأكريلك ثباتاً ذو لزوجة متوسطة ومعامل أنعكاس عالى ويعطى فيلم قوى مرن ذا ثبات كيميائي جيد ٠

- بارالويد F.10 من الراتنجات ذات البلمرة المتجانسة، يتكون من بولى بيوتيل ميثا أكريليت [PBMA] ، قابل للذوبان فى الأسيتون والتولوين والزيلين والكحول الأيزوبروبيلى ليعطى عند الجفاف فيلم متعادل متوسط الصلابة والمرونة شفاف ذو مقاومة عالية للتغير فى اللون ،ذو درجة تحول زجاجى Tg ٢٠° م لذا يفضل خلطة مع أحد راتنجات الأكريلك ذات التحول الزجاجى العالية مثل بارالويد B67 بنسبة ١: ١ . ونسبة الأستطالة للفيلم من هذا الراتنج عند تعرضه للشد ٢١١% ٠

- بلكسيسول B597 Plexisol [٢] وهو من راتنجات الأكريلك ذات البلمرة المتجانسة مكون من n-butyl methacrylate [nBMA] ويحصل علية كمحلول ذو وزن جزيئى منخفض مذاب فى خلات الأيثيل Ethyl Acetate ، وتبلغ كثافتة ١,٠ جم / سم ٣ أما لزوجة السائل المذاب فى الأسيتون عند ٢٠° م فهى ٥,٠٠٠-١٠,٠٠٠ mpas، وهو قابل للذوبان فى الأسترات والكيتونات مثل الأسيتون ، ثانى كلوريد البنزين ، تراى كلوروالأيثلين حيث يعطى فيلماً صاف ، شفاف مرن غير لامع أو لزج ،لا يذوب أو يتأثر بالماء، مقاوم للأحماض والقلويات ،ومقاوم للتقادم وللظروف الجوية الخارجية ، ذو قوى شد ١٤ نيوتن / مم٢ كما أنه يذوب جزئياً فى التولوين ليعطى فيلماً مرناً مط ٠

٢- راتنجات البولى فينيل [٣]

- بيوتيفار Butvar [٤]

وهو عبارة عن بولى فينيل بيوتيرال Polyvinyl butyral ويتبع مجموعات Acetal التى

---

[1] Sakuno, T., and Schniewind , A.; " Adhesive Qualities of Consolidants for Deteriorated Wood", Journal of the American Institute for Conservation, Vol. 29, No.1, AIC., U.S.A., 1990 , pp. 34 -43.
[2] Rohm ;"Plexisol B597", Rohm Gmbh , Merkblatt ,Germany, 1975.
- Horie, C.V. ; Op.Cit., p.107.
[3] Down,J.and Others; Op.Cit., pp. 20:32.
- Horie, C.V.; Op. Cit., pp. 98 :102 .
- Kpshel,D. ; Op.Cit.,pp. 6:8.
- Joel,F. Ltd. Catalog ;Op.Cit., pp. 12-13.
[4]MonsantoCo. Catalag;" Butvar, Properties and Uses.", Monsanto Company, ST.Louis,U.S.A.,1997 .

تتكون من التفاعل بين الألدهيدات والكحولات إذ بإضافة جزئ واحد من الكحول إلى جزيئـــي واحد من الألدهيد نحصل على Hemiacetal غير الثابت لذا فهو يتفاعل مع جزئ أخر مـــن الكحول ليعطى Acetal ثابت ٠

والبولى فينيل بيوتيرال " P.V.B " بوليمر ثلاثى Terpolymer مكون من خليط من أسيتال الفينيل Vinyl acetal وكحول الفينيل V.Alcohol وخلات الفينيـــل V.Acetate وهو من أكثر البوليمرات استخداما فى مجال الترميم ويمكن الحصول عليه بـــأوزان جزيئيـــه مختلفة وخواص كميائيه وفيزيائية وميكانيكية تختلف حسب مجموعات الهيدروكسيل المتـــوفرة بالراتنج [OH-] وهو يستخدم بصورة مفرده أو مضافاً بكميات صـــغيرة إلـــى الراتنجـــات الأخرى لتحسين خواصها ٠

وراتنجات P.V.B المحتوية على نسبة منخفضة من مجموعات الهيدروكسيل (٩-١٣%) تذوب فى مجال واسع من المذيبات عن التى تحتوى على نسبة عاليه من مجموعـــات الهيدروكسيل (١٧-٢١%) ،ويمكن تخفيض لزوجة محاليله باستخدام خليط من المذيبات مثـــل الكحول الأثيلى والتولوين بنسبة ٦٠:٤٠ ٠ولقد أختيرت لهذه الدراسة ثلاثة أنواع من البيوتيفار التى تســــــتخدم فى مجـــالات الترميم المختـــلفة وهى Butvar B 72 - Butvar B 90 - Butvar B98[(١)] ،ويحصل عليهم على شكل مساحيق قابله للذوبان فى كل من :
خلات الأيثيل ٨٥% ، الكحول الأثيلى ٩٥% ، الكحول المثيلى، الكحول الأيزوبروبيلى ٩٥% ، السيكلوهيكسانون Cyclohexanone ، Cellosolvel. والجدول التالى (رقم (٩)) يوضح بعض الخواص الفيزيائية والميكانيكية لمختارات من راتنجات البيوتيفار .

Butvar B98	Butvar B90	Butvar B72	Propertiesالخواص	الرقم
CP ٤٠٠-٢٠٠	١٢٠٠-٦٠٠	١٤,٠٠٠-٧,٠٠٠	ازوجة محلول ١٥% بالوزن مذاب فى خليط من التولوين والكحول الأثيلى بنسبة ٦٠:٤٠	١
٢٠٠-٧٥	٤٠٠-٢٠٠	٢٥٠٠-١٦٠٠	لزوجة محلول ١٠% بالوزن مذاب فى كحول إثيلى ٩٥%	٢
٧٠-٤٠	١٠٠-٧٠	٢٥٠-١٧٠	الوزن الجزيئى	٣
١,١٠٠	١,١٠٠	١,١٠٠	الكثافة النوعية	٤
١,٤٩٠	١,٤٩٠	١,٤٩٠	معامل الإنعكاس	٥
٠,٥	٠,٥	٠,٥	إمتصاص الماء (خلال ٢٤ساعه) %	٦
٧٨-٧٢°م	٧٨-٧٢°م	٧٨-٧٢°م	درجة حرارة التحول الزجاجى Tg	٧
٧,٣-٦,٣ ٦.٦-٥,٦	٧,٣-٦,٣ ٦,٧-٥,٧	٧,٨-٦,٨ ٨,٠-٧,٠	Yield قوى الشد Break 10^3 PSI	٨
٨ ١٠٠	٨ ١٠٠	٨ ٧٠	Yield % الأستطالة Break Elongation	٩
٣,٢-٣,١	٣,١-٣	٣,٤-٣,٣	Modulus of معامل المرونة elasticity 10^5 PSI	١٠
١١٠ ٢٠	١١٥ ٢٠	١١٥ M ٢٠ E	الصلابة Hardness , Rockwell	١١
٢٠-١٨	٢٠-١٨	٢٠-١٧,٥	كمية الهيدروكسيل المحتواه معبرا عنها بالنسبة المئويه لتواجد P.V.AL	١٢
٢,٥-٠	١,٥-٠	٢,٥-٠	كمية الخلات المحتواة معبرا عنها بالنسبة المئويه لتواجد P.V.A	١٣
٨٠	٨٠	٨٠	كمية البيوتيرال المحتواه معبرا عنها بالنسبة المئويه لتواجد V.B	١٤

(١) **Sakuno, T. and Schniewind, A. ; Op. Cit., pp. 34:43 .**

- مستحلب خلات البولى فينيل (الفينافيل) :
هو من البوليمرات المشتركة ويطلق عليه أيضاً الغراء الأبيض ويحصل عليه على شكل محلول غليظ القوام يبلغ تركيزة ٤٠% ويمكن تخفيفه بالماء أو خليط الماء والكحول الأثيلى بنسبة ١:٢ ، يبلغ أسة الهيدروجينى ٤,٥-٥ ٠

- خلات البـولى فينيـل [AYAT] [1] Polyvinyl Acetate :
وهو من البوليمرات المتجانسة Homopolymer يحصل علية على شـكل بلـورات شـفافة صـلبة، وزنة الجزيئى ١٦٧,٠٠٠ ، قابـل للذوبـان فى التـولـوين والكـحول الإثيـلى والمثيـلى والأسيتون، غير قابل للذوبان فى الماء إلا أنه يتمدد وينتفخ عندما يغمـر فيه ،تبلغ درجة حرارة التحول الزجاجى Tg ٢٦°م ،وهو يتميز بمعامل إنعكـاس مـنخفض وخواص لصق قوية ونفاذية عالية ٠

٣- مشتقات السليولوز :

-كلوسيل (Klucel) : وهو عبارة عن هيدروكس بروبيل السليولوز Hydroxy Propyl Cellulose ويحضر بتفاعل سليولوز قلوى Alkali Celluose عند درجات حرارة وضغط مرتفعين مع أكسيد بروبلين propylen Oxide وهو عبارة عن مسحوق محبب أبيض اللون يذوب فى العديد من المذيبات العضوية مثل الكحول الأثيلى و السيلوسولف Cellosolveأوفى خليط من الأسيتون والماء بنسبة ١:٩ ، والبنزين الميثـانول بنسبة ١:١، كما أنة قابل للذوبان فى الماء تحت درجة حرارة ٣٨°م ولكنة لا يذوب عند درجة حرارة فوق ٤٥° م ، و يبلغ وزنة الجزيئى ٣٧٠,٠٠٠ ، ولزوجة محلول ٢% فى الأيثـانول من ٧٥- ٤٠٠ [2].

- ميثيل السليولوز [Methocel] [3] Methye Cellulose : عبارة عن مسحوق أبيض يذوب كلياً فى الماء ، قابل للأمتزاج مع الكحول الأثيلى حتى ٥٠% بعد إذابته فى الماء ، يمتاز باللزوجة العالية فى التركيزات المنخفضة إذ تبلغ لزوجة محلول ٢% فى الماء ٤٠٠٠ ، وهو يذوب فى عدد قليل من المذيبات العضوية مثل :
Dimethyl sulphoxide, Dimethyl formamide .

ب] إجراء عمليات تقادم على مواد التقوية المختارة :

أختير لهذه الدراسة إجراء تقادم طبيعى مكثف على عينات الأفلام الجافة لمواد التقوية المختارة ويرجع ذلك إلى أن العرض المتحفى بمصر مازال يعتمد بصورة رئيسية علىالأضاءة الطبيعية ٠ ولإجراء هذه العمليات تم إعداد عينات مواد التقوية بأتبـاع الخطـوات التاليـة :

---

(1) IOC., Cit.

(2) Aqualon,Cataloge;." Klucel , Physical and Chemical Properties", Aqualon Company, U.S.A., 1990 .
- Hatchfield P. ;"The Use of Cellulose Ethers in the Treatment of Egyptian Polychromed Wood," Conservation of Ancient Egyptian Materials , United Kingdom Institute for Conservation, U.K., 1988 , pp. 74-76 .

(3) Ioc,Cit.
- Aqualon ,Cataloge ;"Culminal ,Physical and Chemical Properties", Aqualon Company , U.S.A., 1990.

– تحضير محاليل مواد التقوية بأزابة ٢٥ جم من المادة فى ١٠٠ ملى لتر من المذيب المناسب
– صب كمية من المحاليل فى أطباق بترى متوسطة الحجم (قطر ١٠سم) ثم تركت لتجف فىدرجة حرارة الغرفة لمدة ٤٨ ساعة ٠
– بعد جفاف الطبقة الأولى من مواد التقوية تم صب طبقة ثانية لكى نحصل على فيلم ذو سمك معتدل ٠
– تركت الأطباق فى مكان متجدد الهواء لمدة أسبوعين للتأكد من تمام الجفاف .

ولقد تم وضع الأطباق التى تشتمل على أفلام مواد التقوية داخل صندوق مغلق من الزجاج يحتوى على فحم منشط لإمتصاص الغازات التى تنبعث أثناء عمليات التقادم مع مراعاة تغيرة بصورة دورية، كما إستخدمت مروحة صغيرة لتجديد حركة الهواء على فترات لمنع تراكم أى غازات غير مرغوب فيها ٠ وقد حفظ الصندوق فى مكان معرض للتأثير المباشر للضوء الطبيعى وذلك لمدة عامين مع مراعاة المراقبة الدورية للعينات لملاحظة التغيرات التى تطرأ عليها وتسجيل جميع الملاحظات [صورة رقم (١٢٥)]٠

ج] الأختبارات التى أجريت على مواد التقوية بعد التقادم :

للتعرف على التغيرات التى طرأت على مواد التقوية المختارة بعد إجراء عمليات التقادم السابقة تم إجراء عدد من الإختبارات المختلفة للتوصل إلى التغيرات التى طرأت على الخصائص التالية :

١– اللون والشفافية : [Yellowing]

مواد التقوية المستخدمة في مجال الترميم تكون فى الحالة السائلة إما شفافة عديمة اللون أو ذات لون أبيض معتم ، ويتعرض البعض من هذه المواد للإصفرار أوالإعتام خلال عمليات التقادم ، كما يمكن أن يتعرض فيلم المادة الجاف الشفاف إلى التغير خلال هذه العمليات ، مما يدل على تدهور هذه المواد وعدم ثباتها، ويفضل للإستخدام فى مجال الترميم المواد التى تظل بعد التقادم شفافة عديمة اللون أو التى تتعرض إلى التغير بقدر ضئيل. و يمكن تقدير مدى التغير الذى يطرأ على لون فيلم مادة التقوية المتقادم بأتباع الخطوات التالية:

- صب محلول مركز من مادة التقوية على سطح شريحة زجاجية شفافة عديمة اللون ويترك ليجف ٠
- تعرض الشريحة إلى ظروف التقادم المسرع ٠
- بعد تمام تقادم فيلم مادة التقوية يتم إعداد فيلم حديث التحضير بنفس الطريقة السابقة على أن يترك ليجف فى الظلام لمدة سبعة أيام حتى يتم التأكد من تبخر المذيب تماماً ٠ وبمقارنة الشريحة الزجاجية لفيلم المادة المتقادم مع الشريحة الزجاجية للفيلم غير المتقادم يمكن التعرف على مقدار التغير الذى طرأ على اللون والمظهر خلال عمليات التقادم ٠ ويمكن إجراء هذه المقارنة بين محلول المادة المتقادم والمحلول حديث التحضير حيث يدل التغير على مدى تعرض المادة للتغير [صور رقم ١٢٦أ–ب–ج] ٠

٢- الأنكماش : Shrinkage

هو تغير حجم المادة بعد عمليات الجفاف ،ويحدث بسبب تبخر المذيب من الفيلم الجاف أو بسبب التغير فى كثافة أو إتجاة جزيئات البوليمر ، ويمكن حسابه بإتباع أحد الطرق الكيفية التالية:

- صب محلول المادة المركز على لوح رقيق من الألومنيوم ثم يترك ليجف حيث سيؤدى انكماش المادة إلى تغير شكل اللوح ٠
- صب فيلم رقيق من المادة داخل إطار من خشب الأبلاكاج مع ملاحظة أشكال التشوه التى تحدث للإطار أثناء عمليات الجفاف ٠
- صب محلول المادة المركز داخل أطباق بترى للحصول على فيلم ذو سمك معتدل ثم يترك ليجف ويمكن التعرف على مقدار أنكماش المادة عن طريق تقيم شكل وسلوك الفيلم حول حواف الطبق بعد الجفاف حيث يأخذ أحد الأشكال التالية :

– ينفصل عن حواف الطبق فى بعض الأجزاء مما يعنى أنة معتدل الأنكماش .

– ينفصل عن سطح الطبق بشكل شبة كامل مع تعرضه للتشوة والتعرج ويظهر واضحا أنه أصبح أقل فى المساحة عن سطح الطبق مما يدل على أن المادة ذات أنكماش عالى.

– يظل متماسك بصورة كاملة مع سطح الطبق بدون أن يتعرض لأى تغير مما يعنى أن فيلم المادة لم يتعرض لأى أنكماش [صورة رقم (١٢٧)]٠

والتعرف على مقدار إنكماش مواد التقوية بعد الجفاف والتقادم يعتبر من العوامل الهامة التى توضع فى الأعتبار قبل إستخدامها مع الآثار الخشبية إذ أن ذلك يدل على مقدار القوى التى تنتج عند استخدام هذه المواد مع سطح الأثر والتى تسبب تقوس طبقة السطح خاصة فى حالة الأخشاب الضعيفة الهشة ٠

٣- المرونة : Flexibility

تتميز المواد التى تستخدم فى علميات التقوية بدرجات مختلفة من المرونة والتى يفضل احتفاظها بنسبة منها عند تعرضها للتقادم ٠ ويمكن تقدير مرونة فيلم مواد التقوية عن طريق أتباع الخطوات التالية :

- يصب محلول المادة المقوية على سطح مستوى أملس للوح رقيق من الألمونيوم أو ورق السيليكون ويوزع المحلول على السطح باستخدام سكينة بالته ثم يترك ليجف ٠
- فى حالة الرغبة فى زيادة سمك فيلم مادة التقوية يتم صب مقدار آخر من المحلول بعد جفاف الطبقة الأولى ٠
- بعد تمام جفاف الفيلم يفصل عن اللوح ثم يلف حول وحدة ذات شكل أسطواني وسطح صلب أملس ٠
- تقدر مرونة فيلم مادة التقوية حسب سلوكه خلال هذه العملية حيث :

–أما يلف تماماً حول الجسم الأسطواني بدون أن يتعرض لأى تلف مما يعنى أن المادة مرن

– يتعرض الفيلم لحدوث شروخ أثناء عمليات اللف مما يعنى أنه قصيم بدرجة تتناسب مع مقدار الضرر الذى يتعرض له ٠

– فى حالة حدوث شروخ بالفيلم بعد جفافة مباشرة أو أثناء عمليات الفصل عن اللوح فإن ذلك يعنى أن المادة قصيمة إلى درجة كبيرة ٠

وتجرى هذه العمليات على كل من فيلم مادة التقوية الذى تعرض للتقادم وفيلم غير متقادم حتى يمكن المقارنة بينهم للتعرف على التغيرات التى طرأت أثناء عمليات التقادم ٠

وتتوقف النتيجة التى يتم الحصول عليها فى هذا الاختبار على سمك فيلم مادة التقوية ومدى تجانسة [صور رقم (١٢٨أ-ب)]٠

٤- الذوبان وقابليه الأزالة : Solubility and Reversibility

عند إذابة فيلم مادة التقوية الجاف فى مذيب مناسب فإنة يأخذ أحد الصور التالية :

* يقبل الذوبان بصورة كاملة.

*لا يقبل الذوبان ولكن يتعرض للتمدد والانتفاخ.

*يقبل الذوبان بصوره جزئية.

وفى حالة تعرض مواد التقوية المتقادمة إلى التغير فى سلوك الإذابة فإن ذلك يعنى أنها تعرضت إلى بعض التغيرات الكيميائية ، ولتحديد قابلية هذه المواد للذوبان بعد التقادم تستخدم مجموعة متنوعة من المذيبات سواء القضبية أو غير القضبية والتى تستخدم لتحضير محاليل مواد التقوية بصورة مفردة أو كمخاليط مثل الأسيتون ، التولوين ، الزيلين ، رابع كلوريد الكربون ، خلات الأيثيل ، الكحول الأثيلى ، ثالث كلوريد الأثيلين بجانب استخدام الماء ٠ وتبدأ الأختبارات باستخدام أقل هذه المذيبات تأثيراً ثم الأقوى فالأقوى ويمكن التعرف على مقدار التغير فى الذوبان للمادة المتقادمة عن طريق الحاجه إلى إستخدام مذيبات أكثر قوة لإذابتها بالمقارنة بالمذيبات المستخدمة مع الأفلام غير المتقادمة ٠

أما قابلية فيلم مادة التقوية المتقادم للإزالة والذى يتصل بصورة مباشرة بقابليته للذوبان فقد تم تحديدها بإتباع الخطوات التالية :

- يوضع جزء من فيلم مادة التقوية المتقادمة يبلغ وزنة حوالى ٠,١ جم فى أنبوبة أختبار سبق وزنها ٠
- يتم وزن الأنبوبة بعد أضافة العينة ويسجل ٠
- يضاف المذيب المستخدم إلى العينة بنسبة ١:١ ثم تغلق الأنبوبة وتترك لمدة ٤٨ ساعة .
- يتم تسجيل الملاحظات ثم يفرغ السائل من الأنبوبة مع مراعاة عدم فقدان أى من البقايا الصلبة .
- تجفف الأنبوبة فى فرن تفريغ عند درجة حرارة ٣٠° م أو فرن عادى عند درجة حرارة ٦٠° م حتى يتم التخلص من كل آثر للمذيب ونحصل على وزن ثابت ثم تترك الأنابيب لتبرد
- يعاد وزن الأنبوبة لحساب الوزن المفقود من العينة .
- يتم حساب نسبة الوزن المفقود من العينة بالتعويض فى المعادلة الآتية :
- نسبة الوزن المفقود % = (وزن العينة قبل الإذابة - وزن العينة بعد الإذابة) / وزن العينة قبل الإذابة × ١٠٠

وتمثل نسبة التغير فى الوزن الكمية التى قبلت الإذابة من العينة وبالتالي فهي تمثل نسبة قابلية فيلم مادة التقوية المتقادم للإزالة[صورة رقم(١٢٩)] ٠ والجدول التالى[جدول رقم (١٠)] يوضح النتائج التى توصل إليها فى هذا الاختبار[شكل رقم (٤٦)(٤٧)] ٠

جدول رقم (١٠)

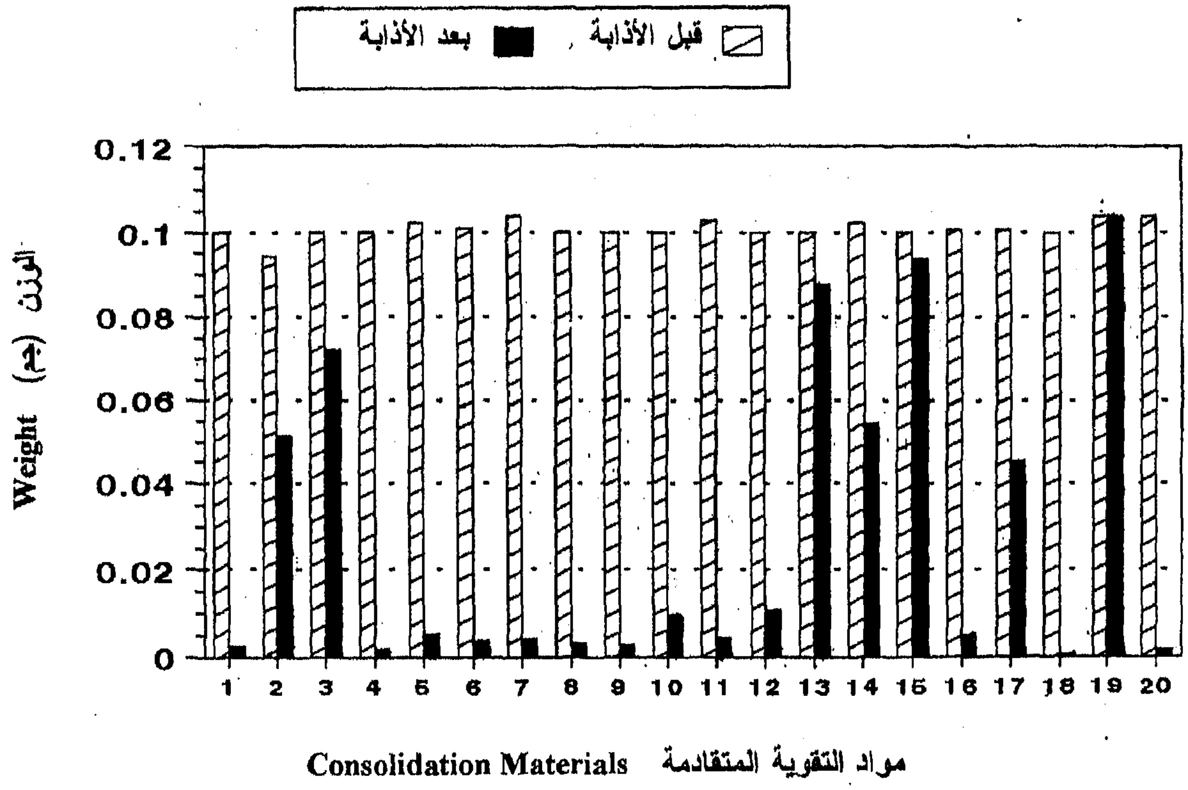
الرقم	مــادة التقوية	المذيب المستخدم	وزن العينة قبل الأختبار جم	وزن العينة بعد الإذابة جم	النقص فى وزن العينة جم	النسبة المئوية للإذابة %
١	بارالويد B44s	أسيتون	٠,١	٠,٠٠٢٣	٠,٠٩٧٧	%٩٧,٧
٢	بارالويد B48s	أسيتون	٠,٠٩٤٢	٠,٠٥١٠	٠,٠٤٣٢	%٤٥,٨
٣		زيلين	٠,١	٠,٠٧٢١	٠,٠٢٧٩	%٢٧,٩
٤	بارالويد B67 -	أسيتون	٠,١	٠,٠٠١٩	٠,٠٩٨١	%٩٨,١
٥	بارالويد B72	أسيتون	٠,١٠٢١	٠,٠٠٥١	٠,٠٩٧١	%٩٥
٦		زيلين	٠,١٠٠٩	٠,٠٠٣٧	٠,٠٩٧٢	%٩٦,٣
٧	بارالويد F10	أسيتون	٠,١٠٣٨	٠,٠٠٣٩	٠,٠٩٩٩	%٩٦,٢
٨	بلكسيسولB597	خلات الأيثيل	٠,٠٩٩٨	٠,٠٠٣١	٠,٠٩٦٧	%٩٦,٨
٩		تراىكلوروإثيلين	٠,١	٠,٠٠٢٧	٠,٠٩٧٣	%٩٧
١٠	بيوتيفار B72	كحول إثيلى	٠,١	٠,٠٠٩١	٠,٠٩٠٩	%٩٠,٩
١١	بيوتيفار B90	كحول أثيلى	٠,١٠٢٦	٠,٠٠٤٢	٠,٠٩٨٤	%٩٥,٩
١٢	بيوتيفار B98	كحول أثيلى	٠,١	٠,٠١٠٥	٠,٠٨٨٥	%٨٨,٥
١٣		خلات الأثيل	٠,١	٠,٠٨٧٤	٠,٠١٢٦	%١٢,٦
١٤	فينافيل	أسيتون	٠,١٠٢١	٠,٠٥٤٣	٠,٠٤٧٨	%٤٦,٨
١٥		ماء	٠,١	٠,٠٩٣٦	٠,٠٠٦٤	%٦
١٦	خلات البولى فينيل AYAT	أسيتون	٠,١٠٠٤	٠,٠٠٥٠	٠,٠٩٥٤	%٩٥
١٧	كلوسيل G	كحول أثيلى	٠,١٠٠٤	٠,٠٤٥٠	٠,٠٥٥٤	%٥٥
١٨		ماء	٠,١	٠,٠٠٠٥	٠,٠٩٩٥	%٩٩,٥
١٩	ميثيل السليولوز	كحول أثيلى	٠,١٠٣٦	٠,١٠٣٦	—	—
٢٠		ماء	٠,١٠٣٦	٠,٠٠١٣	٠,١٠٢٣	%٩٨,٧

٥- قيمة الأس الهيدروجيني : PH.Value

الأس الهيدروجينى للمحاليل هو نسبة تركيز الأيون الهيدروجينى بها و الذى يتوقف عليه مقدار حامضية أو قاعدية هذه المحاليل ، وتتراوح هذه القيمة من صفر إلى ١٤ حيث (٧) تكون متعادلة إذ أن لها نفس تركيبة أيونات H_3O^{+} وأيونات OH^- [10^7 male \Litre] [1] بينما القياسات تحت(٧) تكون حامضية وأعلى من (٧) تكون قاعدية . وفى حالة تغير قيمة الأس الهيدروجينى لمواد التقوية عند تعرضها للتقادم فإن ذلك يعنى أنها تعرضت إلى التغير خلال هذه العمليات .ويعتبر هذا العامل من العوامل الهامة عند اختيار مواد تقوية الأخشاب إذ أن إرتفاع الحامضية أو القاعدية يؤدى إلى الإسراع بعمليات التلف لذا فإن أفضل مواد التقوية المستخدمة هى التى تتميز بالتعادل وتظل متعادلة بعد التقادم ٠

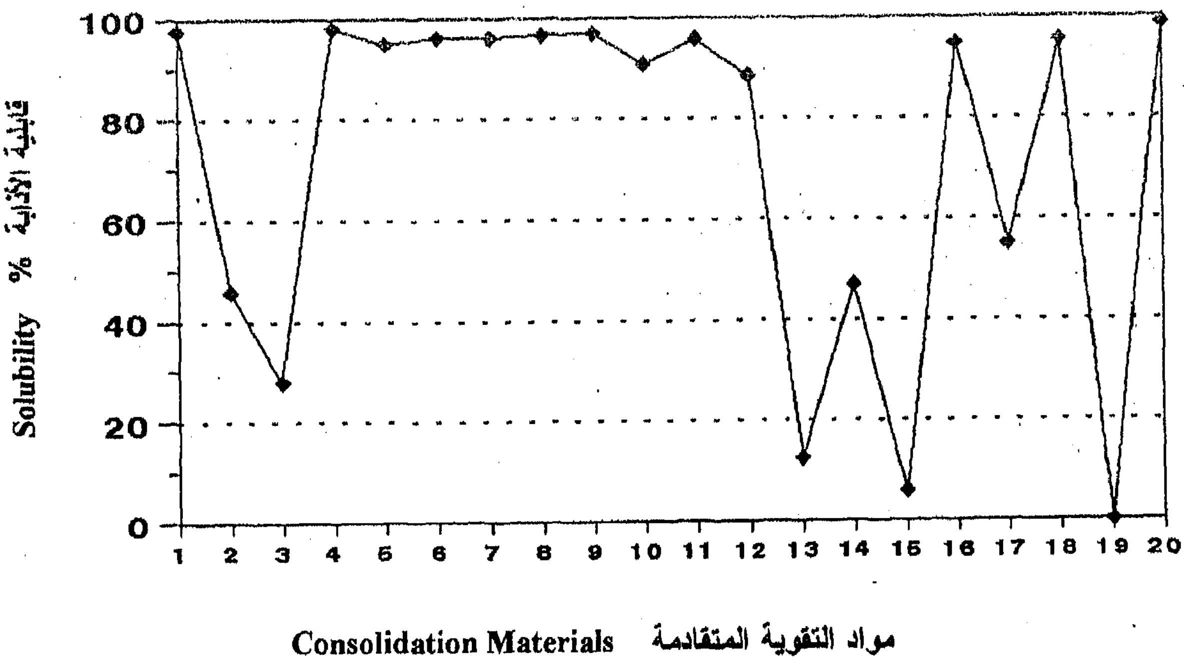
---

(1) **Ashurst, N. ;" Cleaning Materials and Processes", Cleaning Historic Buildings, VOL.2,Donhead Publishing LTD., U.K., 1994,p. 55 .**



شكل رقم (٤٦)

يوضح العلاقة بين وزن عينات أفلام مواد التقوية المختارة المتقادمة قبل وبعد أختبار الأذابة والموضحة بالجدول رقم (١٠) .



شكل رقم (٤٧)

رسم بيانى يوضح العلاقة بين النسبة المئوية لقابلية الأذابة لأفلام مواد التقوية المختارة المتقادمة فى الضوء الطبيعى والموضحة فى الجدول رقم (١٠) .

ولإجراء هذا الأختبار تم إتباع الخطوات التالية :

- أعداد محاليل حديثة التحضير من مواد التقوية المختارة .
- قياس PH لهذه المحاليل وذلك بإستخدام شرائط ورق قياس تركيز أيون الهيدروجين في السوائل عن طريق تغير اللون تبعاً لجدول ألوان مرفق مع الشرائط [صورة رقم (١٣٠)].
- أخذ أجزاء من فيلم مواد التقوية التي تعرضت لعمليات التقادم وأذابتها في نفس المذيب الذي إستخدم في تحضير المحاليل ، وبعد تمام الذوبان يتم قياس PH للمحلول بإستخدام الشرائط السابقة ويقارن بين التغير في اللون في الحالتين ،

كما تم قياس الأس الهيدروجيني لفيلم مواد التقوية المتقادم المتمدد بأتباع الخطوات التالية :

- أخذ ١ جرام من فيلم مواد التقوية المتقادم ووضعه في عبوة زجاج ويضاف إليه ١٠ ملي لتر من ماء مقطر ذو أس هيدروجيني أقرب ما يكون إلى التعادل (٦,٥ – ٧,٣) .
- تغمر العينة تماماً في الماء ثم تترك لتتمدد لمدة ٧٢ ساعة .
- يتم قياس الأس الهيدروجيني للماء ويعاد القياس أكثر من مرة على مدى ٢٤ ساعة حتى يحصل على قراءه ثابتة ،

والجدول التالي [جدول رقم (١١)] يشتمل على النتائج النهائية للاختبارات التي أجريت لتحديد التغيرات التي طرأت على خواص مواد التقوية المختارة بعد عمليات التقادم .

الرقم	مادة التقوية	اللون والشفافية (الأصفرار)		الأنكماش		المرونة		الذوبان وقابلية الأزالة	قيمة الأس الهيدروجيني [PH]	
		قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد	%	قبل	بعد
١	بارالويد B44s	شفاف	شفاف	G	G	F	FB	٩٧,٧	N	CAC.
٢	بارالويد B48s	شفاف	مصفر قليلا	G	G	FB	FB	٤٥,٨	CAC	AC
٣	بارالويد B67	شفاف	مصفر	G	G	B	B	٩٨,١	N	CAC
٤	بارالويد B72	شفاف	شفاف	G	G	F	FB	٩٦,٣	N	CAC
٥	بارالويد F10	شفاف	يميل للأصفر	G	G	F	F	٩٦,٢	N	CAC
٦	بلكسيسول B597	شفاف	شفاف	G	G	F	F	٩٧	CAC	N
٧	بيوتيفار B72	شفاف	شفاف	F	F	F	F	٩٠,٩	N	CAL
٨	بيوتيفار B90	شفاف	شفاف	G	G	F	F	٩٥,٩	N	N
٩	بيوتيفار B98	شفاف	شفاف	G	G	F	F	٨٨,٥	N	N
١٠	فينافيل	شبة شفاف	يميل للأبيض	G	G	F	F	من٦إلى ٤٦،٨	AC	AC
١٢	خلات البولى فينيل AYAT	شفاف	مصفر قليلا	G	G	FB	FB	٩٥	AC	AC
١٢	كلوسيل G	شفاف	شفاف	G	G	F	F	٩٩,٥	N	N
١٣	ميثيل السليولوز	شفاف	شفاف	P	P	F	F	٩٨,٧	N	CAL

* الإنكماش : لايوجد : G . معتدل : F . على : P .
* الأس الهيدروجيني (PH) : حامضي(AC) أقل من ٥ . شبة حامضي (CAC) من٥–٦ .
متعادل (N) من٦–٧,٥ . شبة قاعدي (CAL) من ٧,٥ – ٨,٥ .
قاعدي (AL) فوق ٨,٥ .
* المرونة : قصيم : B . شبة مرن: FB . مرن: F .

د] سلوك مواد التقوية المتقادمة خلال التجارب السابقة :

- الفيلم المتقادم للفينافيل تحول إلى لون أبيض شبة معتم ولم يقبل الذوبان فى أى من المذيبات بصورة كاملة إلا أنه تعرض للتمدد والانتفاخ مع ذوبان نسبة بسيطة منه ٠
- فيلمى الكلوسيل وميثيل السليولوز لم يقبلا الذوبان فى الكحول الإثيلى بعد التقادم ولكنها ذابا فى الماء ٠
- فيلم نوعية ميثيل السليولوز المختارة تعرض للإنكماش بصوره كبيرة بعد الجفاف يلية فيلم بيوتيفار B72 أما فيلم بيوتيفار B90 فتعرض للإنكماش بصورة بسيطة جداً.
- أكثر الأفلام أحتفاظاً بمرونتها :

بلكسيسول B597 – ميثيل السليولوز– كلوسيل G – فينافيل – بيوتيفار B98، B72 ، B90

- فيلم بارالويد B67 تعرض للتشرخ وأصبح قصيماً بعد تمام الجفاف ٠
- فيلم بارالويد B48s أعلى الأفلام فى قوة الالتصاق والصلابة يليه بارالويد B44s ثم بارالويد B72.
- أفلام المواد التالي فقدت جزء من مرونتها بالتقادم :٠

بارالويد B48s – بارالويد B72 – بارالويد B44s ، PVAC [AYAT] .

- معظم أفلام المواد إما متعادلة أو شبة حامضية فيما عدا ميثيل السليولوز والبيوتيفار B72 إذ أنه شبة قاعدى ، بينما بارالويد B48s والفينافيل وخلات البولى فينيل فحامضى ٠
- تعرضت محاليل بارالويد B67 للاصفرار بالتقادم يليها محاليل بارالويد F10 ثم محاليل بارالويد B48s ٠
- أكثر المواد المختبرة قابلية للإزالة بعد التقادم مشتقات السليولوز يليها راتنجات الأكريلك ثم راتنجات البولى فينيل ٠

هـ] الدراسات التطبيقية لمواد التقوية المختارة على عينات متقادمة من الأخشاب :

أستخدمت فى هذه الدراسات عينات من خشب الأرز المتقادم نظراً للتشابه الكبير فى التركيب التشريحى والخواص مع خشب السرو الذى شكل منه تمثال " كاعبر" ، ويعانى هذا الخشب من تأثير الجفاف الشديد الذى سبب هشاشية وسهولة تفتتة بجانب خفة الوزن واللون الفاتح ٠ كما إستخدمت عينات من خشب يعانى من الإصابة بفطريات التحلل التى سببت تحول لونه الطبيعى إلى اللون القاتم مع وجود العديد من الشروخ الطولية والعرضية بجانب هشاشية وسهولة تحولة إلى مسحوق عند الضغط عليه ٠وبالتالى فإن العينات المستخدمة تتقارب فى الخواص الطبيعية ومظاهر التلف بجانب تقاربها فى العمر مع أخشاب التماثيل المختارة للبحث إذ أنها ترجع إلى أوائل الدولة القديمة .

وقد أختير لهذه الدراسة سبعة من مواد التقوية التى إستخدمت فى التجـارب السـابقة وذلك بناء على النتائج التى توصل إليها فى هذه التجارب بجانـب تميزهـا بـالأختلاف فـى المواصفات والخواص والسلوكيات ، ومحاليل المواد المختارة هى :

- بارالويد B48s المذاب فى الأسيتون بتركيز ٥% .
- بارالويد B72 المذاب فى الأسيتون بتركيز ٥% .
- بارالويد B10 المذاب فى الأسيتون بتركيز ٥% .
- بلكسيسول B597 المذاب فى تراى كلوروالأثيلين بتركيز ٥% .
- بيوتيفار B98 المذاب فى الكحول الأثيلى بتركيز ٥% .
- خلات البولى فينيل AYAT المذابة فى الأسيتون بتركيز ٥% .
- كلوسيل G المذاب فى الكحول الأثيلى بتركيز ١% نظراً للذوجتة العالية ٠

وإستخدام معظم هذه المواد بتركيز ٥% يرجع إلى أنه التركيز المناسب والذى يستخدم بصورة رئيسية فى تقوية الأخشاب الضعيفة للحصول على أفضل نتيجة ممكنـه مـع نفاذيـة مناسبة وقد طبقت هذه المواد على الأخشاب بالتشرب بإستخدام فرشاه ناعمة مناسبة وذلـك على أكثر من مرحلة للتأكد من تشرب العينة وتقويتها بصورة كاملة ٠

و] التغيرات التى طرأت على عينات الأخشاب المقواة :

تم دراسة التغيرات التى طرأت على خصائص الخشب المتقادم الذى تم تقويتة بمحاليل مواد التقوية السابقة لتحديد تأثير هذه المواد علية من حيث :

١- التغير فى الوزن :

لتقدير مدى الزيادة فى وزن الخشب بعد تشربة بمواد التقويـة المختـارة تـم إتبـاع الخطوات التالية :

- أعداد سبعة عينات من خشب الأرز المتقادم وإعطاء كل عينة رقم خاص بها .
- وزن العينات بإستخدام ميزان إلكترونى حساس يعطى قراءة حتى أربعة أصفار مع تسجيل الأوزان ٠
- تقوية العينات بتشرب كل منها بإحدى مواد التقوية المختارة وذلك بإسـتخدام فرشـاة مـع الأستمرار فى هذة العمليات حتى تتشرب العينة تماماً ٠
- توزن العينات بعد عمليات التشرب مباشرة وتسجل القراءات ٠
- ترك العينات فى مكان متجدد الهواء لمدة ٢٤ ساعة ثم يعاد وزنها ثانياً ٠

- تكرر هذه العمليات عدة مرات حتى يتم الحصول على قراءة ثابتة لمقدار الزيادة فى الوزن مما يدل على أن عينات الخشب قد بلغت أقصى حد للتشرب بمواد التقوية المستخدمة .

- ثم حساب نسبة الزيادة فى الوزن بالتعويض فى القانون التالى :

نسبة الزيادة فى الوزن % = (وزن العينة بعد التشرب - وزن العينة قبل التشرب) / وزن العينة قبل التشرب × ١٠٠

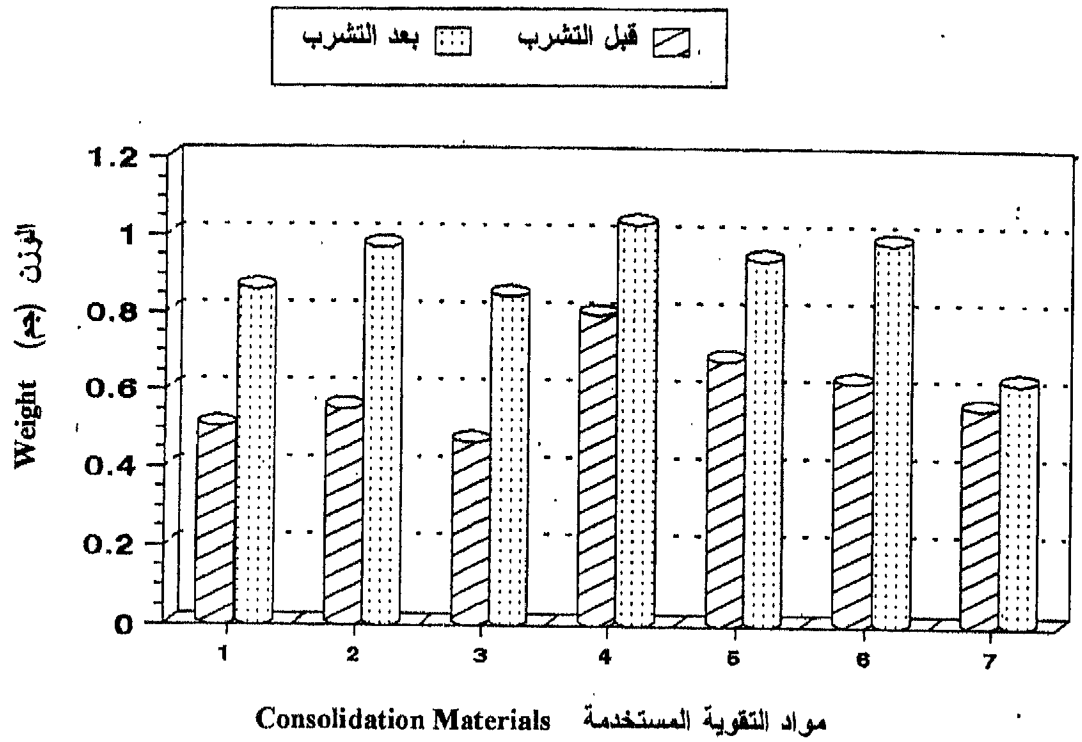
والجدول التالى [جدول رقم (١٢)] يوضح النتائج التى تم التوصل أليها. كما يوضح الشكل رقم (٤٨) العلاقة بين وزن العينات قبل وبعد عمليات التشرب بمواد التقوية ، بينما يوضح الشكل رقم (٤٩) العلاقة بين النسبة المئوية للزيادة فى وزن العينات المقواة بمواد التقوية المختارة .

رقم العينة	مادة التقوية المستخدمة	التركيز %	وزن العينة قبل التشرب جم	وزن العينة بعد التشرب جم	نسبة الزيادة فى الوزن %	التغير فى اللون	التغير فى الصلابة
١	بارالويد B48s	٥%أسيتون	٠,٥٠٥٢	٠,٨٦١٥	٧٠,٥	xxxx	xxxx
٢	بارالويد B72	٥%أسيتون	٠,٥٥١٧	٠,٩٧٠٣	٧٥,٨	xxx	xxx
٣	بارالويد F10	٥%أسيتون	٠,٤٦٦٣	٠,٨٤٥٧	٨١	xx	xxx
٤	بلكسيسول B597	٥%تراى كلوروإثلين	٠,٧٩٦٢	١,٠٣	١٩,٣	x	xx
٥	بيوتيفار B78	٥%كحول أثيلى	٠,٦٧٨٩	٠,٩٣٩٥	٣٨,٣	xxx	xxx
٦	خلات البولى فينيل AYAT	٥%أسيتون	٠,٦٢٢٣	٠,٩٨١١	٥٧,٦	xxxx	xxxx
٧	كلوسيل G	١%كحول أثيلى	٠,٥٥٥٩	٠,٦٢١٢	١١,٧	x	x

ضعيف x   معتدل xx   شبة مرتفع xxx   مرتفع xxxx

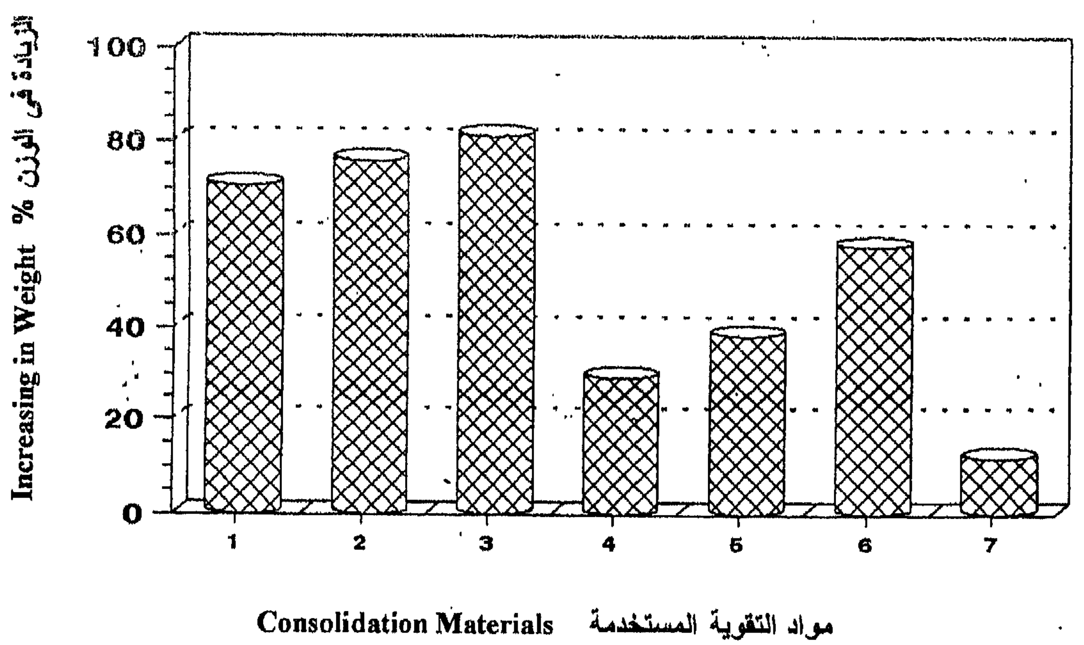
جدول رقم (١٢)

يوضح نتائج الدراسات التطبيقية لمواد التقوية المختارة على عينات الأخشاب المتقادمة.



شكل رقم (٤٨)

يوضح العلاقة بين وزن عينات خشب الأرز المتقادمة قبل وبعد عمليات التشرب بمواد التقوية المختارة والموضحة بالجدول رقم (١٢) .



شكل رقم (٤٩)

يوضح العلاقة بين النسبة المئوية للزيادة فى وزن عينات خشب الأرز السابقة المقواة بإستخدام نوعيات مختلفة من مواد التقوية [جدول رقم (١٢)] .

٢- التغير فى المظهر واللون:

بدراسة تأثير مواد التقوية المستخدمة فى التجربة السابقة على مظهر ولون عينات الأخشاب المتقادمة لوحظ التالى : [صورة رقم (١٣١ ا-ب)]

- تسببت جميع مواد التقوية المستخدمة فى تغير لون عينات الخشب بدرجات متفاوتة ٠
- أكثر تغير فى اللون نتج عن إستخدام خلات البولى فينيل والبارالويد B 48s مع ميل السطح للمعان يليهم بيوتيفار B98 ثم بارالويد B72 ٠
- أقل تغير فى اللون نتج عن إستخدام مادة البلكسيسول B597 فالكلوسيل G ثم بارالويد F10مادة البلكسيسول B597 لم تسبب أى لمعان لسطح الخشب وأعطيت أقل تأثيراً على لون العينة عند إستخدام الطولوين أو تراى كلوروالأيثيلين كمذيب لها ٠
- تفاوت تأثير مواد التقوية على مدى صلابة وتماسك عينات الخشب، حيث أعطى أ على معدل للصلابة عند إستخدام بارالويد B48s وأقل معدل عند إستخدام بلكسيسول B597 والكلوسيل G٠

٣- القابلية لأمتصاص الماء :

قابلية الأخشاب لأمتصاص الماء تتوقف على نوع الخشب ومدى ونوعية التلف الذى تعرض له وفى حالة الأخشاب المقواة بأحد مواد التقوية فإن قابليتها لإمتصاص الماء تختلف وتتوقف حسب نوع المادة المستخدمة فى هذه العمليات إذ أن بعض هذه المواد تعطى حماية شبة كاملة للأخشاب ضد إمتصاص الماء ، بينما البعض الآخر يعطى حماية ضعيفة ٠ ولتحديد مدى تأثير مواد التقوية المختارة على هذه الخاصية أتبعت الخطوات التالية :

- تم تحضير ثمانية عينات من نوع واحد من خشب الأرز المتقادم ٠
- تقوية سبعة من هذه العينات بتشرب كل منها بأحدى مواد التقوية المختارة بنفس التركيزات السابقة ٠ أما العينة الثامنة فلم يجرى عليها عمليات تقوية حتى يمكن إستخدامها للمقارنة ٠
- ترك العينات فى مكان متجدد الهواء حتى تم جفافها تماماً٠
- بعد تمام الجفاف تم وزن العينات السبعة المقواة والعينة الثامنة المستخدمة للمقارنة مع تسجيل القراءات ٠
- أعدت ثمانية كاسات مملؤة بالماء وضع بكل منها أحدى العينات مع التأكد من غمرها تماما بالماء بإستخدام حاجز مثقب يحفظها مغمورة وفى نفس الوقت لايمنع الماء من الوصول إليها، وقد تركت العينات مغمورة فى الماء لمدة ٢٤ ساعة عند درجة حرارة ٢٥°م٠
- تم إستخراج العينات من الماء ووضعها على ورق نشاف لإمتصاص الماء الزائد ٠
- وزنت العينات لحساب الزيادة فى الوزن الناتج عن إمتصاص الماء ٠
- لحساب نسبة الزيادة فى الوزن تم التعويض فى القانون التالى :

$$\text{نسبة الزيادة فى الوزن} = \frac{\text{الوزن بعد الغمر} - \text{الوزن قبل الغمر}}{\text{الوزن قبل الغمر}} \times ١٠٠$$

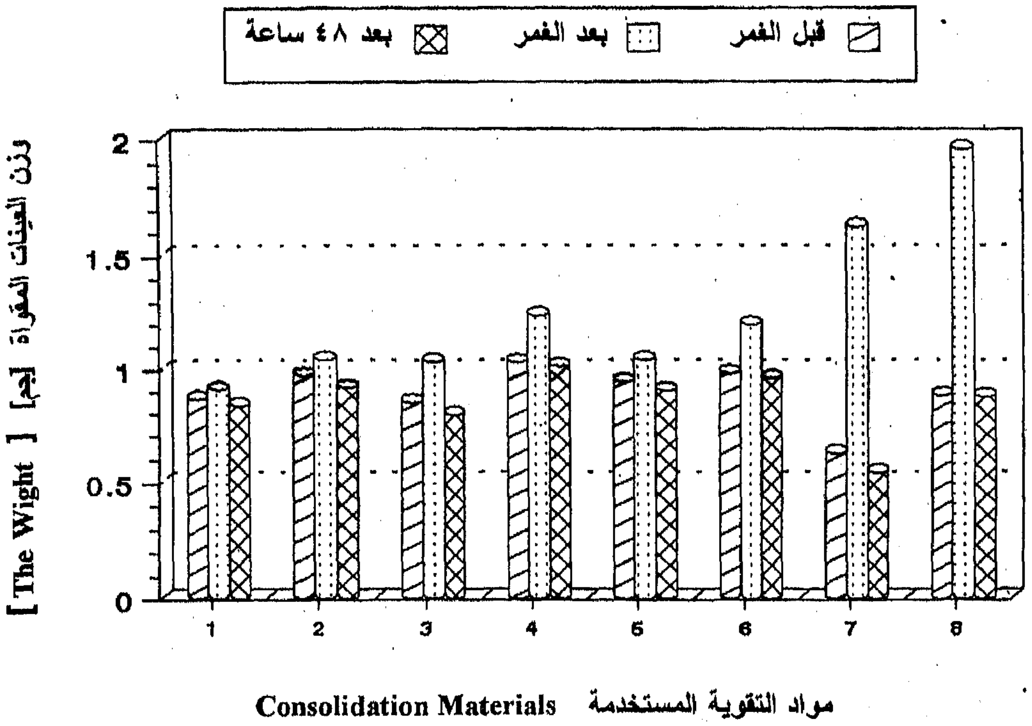
تم تسجيل النتائج مع مقارنة نسبة الزيادة فى الوزن بين العينات السبعه المقــواة ثــم مضاهاتها مع نسبة الزيادة فى وزن العينة غيرالمقواة وبذا أمكن حساب تأثير مــواد التقويــة المختارة فى مدى تخفيض قابلية أمتصاص الخشب للماء .والجدول التالى [جدول رقم(١٣)] يتضمن النتائج التى توصل إليها، كما يوضح الشكل رقم (٥٠) التغيرات التى طرأت على وزن العينات المقواة قبل وبعد الغمر فى الماء مباشرة ، ثم بعد ٤٨ساعة من انتهاء الأختبار ، بينما يوضح الشكل رقم (٥١) العلاقة بين النسبة المئوية لأمتصاص العينات المقواة للمــاء والتــى تتوقف حسب نوع المادة المقوية المستخدمة .

رقم العينة	مواد التقوية المستخدمة	التركيز %	وزن العينات المقواة جـم	الوزن بعد الغمر فى الماء جـم	نسبة الأمتصاص %	الوزن بعد ٤٨ ساعة من إنهاء الإختبار جم	نسبة الإنخفاض فى الوزن الأصلى بعد ٤٨ ساعة %
١	بارالويد B48s	٥%أسيتون	٠,٨٦١٥	٠,٩٠٤٦	٥	٠,٨٣٣٣	٣,٢
٢	بارالويد B72	٥%أسيتون	٠,٩٧٠٣	١,٠٤٢	٧,٣	٠,٩١٠٩	٦,١
٣	بارالويد F10	٥%أسيتون	٠,٨٤٥٧	١,٠٣٢٦	٢٢,١	٠,٧٨٩٠	٦,٧
٤	بلكسيسول B597	٥% تراى كلوروايثلين	١,٠٣	١,٢٣٧٤	٢٠,١	١,٠١٢٢	١,٧
٥	بيوتيفار B98	٥% كحول أثيلى	٠,٩٣٩٥	١,٠٤٢٢	١٠,٩	٠,٨٩٦٦	٤,٥
٦	خلات البولى فنيل AYAT	٥%أسيتون	٠,٩٨١١	١,١٩٧٥	٢٢	٠,٩٥٦٠	٢,٥
٧	كلوسيل G	١% كحول أثيلى	٠,٦٢١٢	١,٦٢٤٢	١٦١	٠,٥٤٠٨	١٣
٨	عينة غير مقواة		٠,٨٧٦٦	١,٩٥٥١	١٢٣	٠,٨٦٠٤	١,٨

جدول رقم (١٣) :**يوضح سلوك عينات الأخشاب المقواة السابقة بعد غمرها ٢٤ ساعة فى الماء ثم تركها ٤٨ ساعة لتجف .**

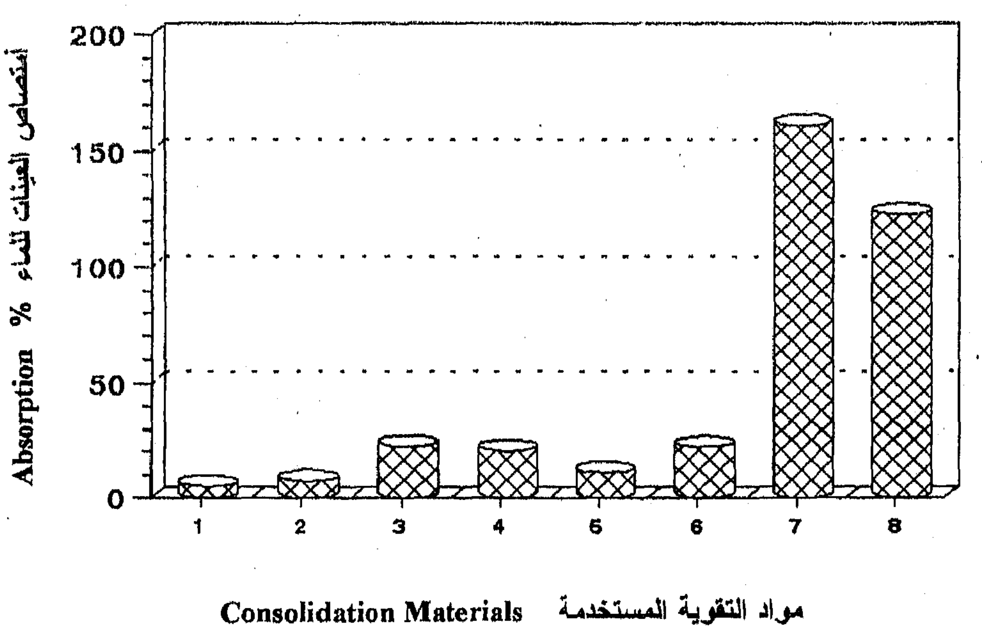
٤- التأثير على التركيب الداخلى الدقيق :

لدراسة والتعرف على تأثير مواد التقوية على التركيــب الــداخلى الــدقيق للخشــب المتدهور بعد عمليات التقوية تم إستخدام الميكروسكوب الإلكترونى الماسح وذلــك بأتبــاع الخطوات التالية :



شكل رقم (٥٠)

يوضح العلاقة بين وزن عينات الخشب المقواة بمواد التقوية المختارة قبل وبعد الغمر فى الماء ثم بعد ٤٨ ساعة من أنتهاء الأختبار والموضحة بالجدول رقم (١٣) .



شكل رقم (٥١)

يوضح العلاقة بين النسبة المئوية لأمتصاص عينات الخشب المقواة السابقة للماء [جدول رقم (١٣)]

- تم إعداد عينات من الأخشاب المتقادمة إثنان من خشب الأرز وواحدة من خشب السرو.
- تقويه العينات بالتشرب التام بثلاثة نوعيات مختلفة من مواد التقوية التى أعطت أفضل النتائج فى التجارب السابقة وهى :
  - محلول بلكسيسول B597 تركيز ٥% فى الترای كلوروأثيلين لتقوية عينة خشب الأرز.
  - محلول البيوتيفار B98 تركيز ٥% فى الكحول الأثيلى لتقوية عينة من خشب الأرز ،
  - محلول بارالويد F10 تركيز ٥% فى الأسيتون لتقوية عينة خشب السرو ،
- تركت العينات لمدة عشرة أيام فى مكان متجدد الهواء للتأكد من تبخر المذيب وتصلب مادة التقوية داخل تركيب الخشب ،
- تم إعداد قطاعات من العينات المقواة للفحص بإستخدام الميكروسكوب الألكترونى الماسح وذلك فى الأتجاهات الثلاثة (عرضى – قطرى – مماسى) إلا أنه وجد من الصعب تحديد مواضع تواجد مواد التقوية المستخدمة فى القطاع القطرى لذا تم الاكتفاء بفحص القطاع العرضى والمماسى حيث تم الفحص بإستخدام تكبيرات مختلفة حتى يمكن التعرف على نسبة فراغات الخلايا المحتوية على مادة التقوية ،

وقد أظهر الفحص الميكروسكوبي عدم إنتظام إنتشار مادة التقوية داخل الخشب حيث ظهرت الفراغات الخلوية فى بعض القصيبات ممتلئة بكتلة صلبة من مادة التقوية أو بطبقة سميكة داخل الجدار الداخلى للفراغ ، بينما أظهرت قصيبات أخرى إحتواءها على كمية قليلة من مادة التقوية أو خلوها تماماً مما نتج عنه ظهور التغلظ الحلزونى بصورة واضحة داخل هذة القصيبات الفارغة ، كما أظهر الفحص وجود تركيز عال من مادة التقوية فى طبقة السطح نتج عنه وجود عدد كبير من القصيبات ممتلئة بمادة التقوية عن قلب العينة .
وتوضح الصور رقم (١٣٢-١٣٣-١٣٤-١٣٥-١٣٦-١٣٧-١٣٨-١٣٩)] سلوك مواد التقوية المختلفة داخل التركيب الداخلى الدقيق لعينات الخشب المقواة،

ز] أختبارات تحديد قابلية مواد التقوية المختارة للأصابة بالفطريات :

تمثل هذه الأختبارات أهمية خاصة عند إختبار وتقيم مدى صلاحية مواد التقوية فى علاج الآثار الخشبية خاصة التى تعانى من إصابات فطرية سابقة مثل التماثيل موضوع البحث، إذ أن معظم هذه المواد تشتمل على كربون وبالتالى تمثل بيئة صالحة لنمو هذه الكائنات عند توفر الظروف الملائمة لعمليات النمو خاصة فى حالة المواد ذات السلاسل المفتوحة مما يسهل عمليات التغذية للفطريات بالمقارنة بالمواد المؤلفة من سلاسل حلقية ، ومن هنا فإن هذه الإختبارات تهدف إلى تحديد مدى إسهام مواد التقوية المختارة كمصدر كربونى فى نمو الفطريات على الأخشاب المستخدمة فيها مع المقارنة بالنمو الفطرى على بيئات قياسية وعلى الأخشاب السليمة والتى تعرضت لإصابات فطرية سابقة لتحديد التأثير الفعلى للنمو الفطرى لهذة المواد على المواد المستخدمة معها ،

وقد تمت هذه الأختبارات فى وحدة الميكروبيولوجى بمركز بحوث وصيانة الآثار التابع للمجلس الأعلى للآثار [1] حيث تم أختيار ثمانية من مواد التقوية السابقة والتى تمثل أكثر المواد إستخداماً فى ترميم الأخشاب وأجريت عليها الأختبارات بأتباع الخطوات التالية :
١- أعداد بيئات الأختبار كوسط غذائى لنمو الفطريات من المكونات التالية :
٢جم نترات صوديوم

٢/١ جم كبريتات منجنيز .
٢/١ جم كلوريد بوتاسيوم .
١ جم فوسفات البوتاسيوم الثنائى الهيدروجين .
١٥ جم آجار .
وقد تم إذابة هذه المكونات فى ١ لتر ماء صنبور ثم أجريت عليها عمليات تعقيم بالأوتوكلاف عند درجة حرارة ١٢١ م وضغط جوى ١,٥ .

٢- تم صب الوسط الغذائى السابق فى أطباق بترى معقمة ثم حقنت بمجموعة من الفطريات التى تم عزلها من التماثيل الخشبية موضوع البحث (خمس كائنات) مع إضافة أحد فطريات التحلل (Decay Funges) ، وقد تم حقن كل كائن على حدة على ثمانية أطباق (عدد المواد المختبرة) وبذا أصبح لدينا ٤٨ طبق كل ثمانية تمثل مزرعة لنوع واحد من الفطر .
٣- تم نثر مواد التقوية المختبرة بالأطباق المحقونة بالفطريات لتمثل المصدر الكربونى الوحيد لتغذية هذه الكائنات وقد أضيفت هذه المواد بالحالة التى يحصل عليها تجارياً كبللورات أو مسحوق أو سائل عالى التركيز وبذا تم إعداد ستة أطباق بترى لكل مادة من مواد التقوية الثمانية يشتمل كل منهما على نوع مختلف من الفطريات .

٤- تم تنميه الكائنات الستة السابقة على أوساط غذائية كاملة التكوين (تحتوى على المصدر الكربونى) وذلك لمقارنتها بالأوساط الغذائية السابقة المضاف إليها مادة التقوية كمصدر كربونى بها . وبذلك أصبح لدينا ستة أطباق تمثل كل منها بيئة قياسية لكل من هذه الكائنات التى إستخدمت فى بيئات التقوية .

٥- تم تحضين أطباق البيئات القياسية والبيئات المحتوية على مواد التقوية فى حضانات خاصة فى نفس الظروف عند درجة حرارة ٢٨م وذلك لمدة عشر أيام للبيئات القياسية التى بلغت أقصى نموها فى هذه الفترة وخمسة عشر يوماً للبيئات المحتوية على مواد التقوية لمنحها مذيد من الوقت للنمو .

٦- سجلت النتائج إعتماداً على التقييم البصرى لكثافة النمو على كل من بيئات مواد التقوية المختبرة مقارنة بالبيئات القياسية مع دراسة سلوك نمو الفطريات على مواد التقوية والوسط المحيط [الجدول رقم (١٤)] [صور رقم (١٤١-١٤٢-١٤٣-١٤٤-١٤٥-١٤٦)] .

ومن نتائج التقيم البصرى لكل من بيئات الإختبار المحتوية على مواد التقوية كمصدر كربونى ومقارنتها بالبيئة القياسية المقابلة لوحظ أن جميع مواد التقوية المختبرة قابلة لنمو الفطريات عليها بأشكال ودرجات مختلفة إلا أن هذا النمو يتراوح من ضعيف إلى ضعيف جداً بالمقارنة بالنمو الكثيف على العينات القياسية ، هذا بجانب أن النمو يتواجد فى معظم الحالات بصوره أكثف على الوسط عنه على بلورات مواد التقوية [جدول رقم (١٥)] .

وللتعرف على دور مواد التقوية فى التأثير على مدى تعرض الأخشاب للإصابة الفطرية تم حفظ عينتان من خشب متقادم تعرض لإصابة سابقة بإحدى فطريات التحلل فى ظروف مناسبة لنمو الفطريات ، إحداهما تم تقويتها بإستخدام مادة البلكسيول B597 والأخرى تركت بدون تقوية، وقد تم تحضين العينات فى حضانات خاصة عند درجة حرارة ٢٨م ورطوبة مرتفعة وتركا لحوالى ثلاثة أشهر مع الملاحظة المستمرة ،فلوحظ ظهور نمو فطرى بصورة سريعة على العينة غير المقواة بينما العينة المقواة ظلت كما هى ثم بدأ ظهورنمو ضعيف.

جدول (١٤) : سلوك نمو الفطريات المزروعة على مواد التقوية المختارة
فترة التحضين ١٥ يوم عند درجة حرارة ٢٨ ^{o}م .

الرقم	المادة المختبرة	الفطر المزروع	المشاهدة
١	بللورات بارالويد **B44**	Asp. niger	يوجد نمو على جزء صغير من البللورات ومنتشرة على الوسط كذا يوجد نمو لفطر أخر يميل للون الابيض على بعض البللورات وعلى الوسط .
		Asp. flavus	النمو على شكل خطوط قاتمة اللون في الوسط تمر حول أوأسفل البللورات بدون أن تنمو عليها بصورة عامة ألا أن عدد قليل من البللورات يوجد عليها نمو ضعيف جداً
		Asp. Sulforous	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Cladosporium	يوجد نمو على البللورات إلا أنة أقل من نمو الفطر على الوسط
		Alternria	يوجد نمو على جزء كبير من البللورات
		Broun rot	نمو بسيط على البللورات إلا أن النمو على الوسط أكثف
٢	بللورات بارالويد **B48**	Asp. niger	تجمع كثيف للنمو القطرى حول البللورات
		Asp. flavus	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Asp. Sulforous	يوجد نمو فوق بعض البللورات
		Cladosporium	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Alternria	نمو خفيف فوق معظم البللورات
		Broun rot	نمو ضعيف جداً فوق نسبة بسيطة من البللورات
٣	بارالويد **B67** بللورات	Asp. niger	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Asp. flavus	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Asp. Sulforous	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Cladosporium	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Alternria	نمو ضعيف على بللورات المادة وبصورة أكبر على الوسط
		Broun rot	لايوجد نمو على المادة نفسها

تابع جدول (١٤)

الرقم	المادة المختبرة	الفطر المزروع	المشاهدة
٤	بارالويد B72 بللورات	Asp. niger	نمو فطرى ضعيف جداً معظمة حول البللورات ونسبة قليلة فوق البللورات بصورة أقل بكثير من النمو على الوسط
		Asp. flavus	نمو ضعيف على جزء كبير من البللورات بما يتعدى النمو السابق ألا أن النمو على الوسط أكثف
		Asp. Sulforous	نمو ضعيف جداً حول بعض البللورات
		Cladosporium	النمو معظمة حول البللورات أو فوق الوسط
		Alternria	نمو ضعيف جداً فوق بعض البللورات
		Broun rot	نمو ضعيف جداً فوق بعض البللورات
٥	مسحوق كليوسيل GF	Asp. niger	النمو منتشر على كل الطبق
		Asp. flavus	النمو يتجمع فوق مسحوق المادة بصورة أكثف من الوسط
		Asp. Sulforous	يوجد تجمعات على الوسط ومسحوق المادة
		Cladosporium	يوجد على الطبق على شكل خطوط شبة مستقيمة ومتوازية
		Alternria	يوجد بصورة أضعف من السابق وبنفس الشكل
		Broun rot	نمو بصورة ضعيفة على سطح الطبق
٦	مسحوق ميثيل السليولوز	Asp. niger	نمو ضعيف فوق أجزاء من المادة بصورة أقل من النمو على الوسط
		Asp. flavus	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Asp. Sulforous	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Cladosporium	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Alternria	نمو ضعيف على بعض وحدات المادة
		Broun rot	لايوجد نمو على المادة نفسها

تابع جدول (١٤)

الرقم	المادة المختبرة	الفطر المزروع	المشاهدة
٧	**محلول مركز من الفيتافيل . (مستحلب خلات البولى فينيل)**	Asp. niger	النمو على شكل تجمعات المادة بصورة أكثر من الوسط
		Asp. flavus	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Asp. Sulforous	يوجد نمو ضعيف على المادة والوسط
		Cladosporium	نمو كثيف على الوسط أكثر من المادة
		Alternria	النمو على شكل تجمعات منتشرة أكثر كثافة على الوسط
		Broun rot	لايوجد نمو على المادة نفسها
٨	**محلول مركز من Plexisol**	Asp. niger	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Asp. flavus	يوجد نمو ضعيف على سطح المادة يتمشى مع شكل النمو بالوسط
		Asp. Sulforous	نمو ضعيف جداً متجمع على أجزاء قليلة من المادة
		Cladosporium	لايوجد نمو على المادة نفسها
		Alternria	نمو ضعيف متجمع على المادة بصورة أكثف من الوسط
		Broun rot	نمو منتشر على الوسط ومحيط بالمادة بصورة أكثر من موتها

جدول رقم (١٥) : نتائج المزارع الفطرية لمواد التقوية المختارة مع مقارنة كثافة النمو بالنمو بالمزارع القياسية .

الفطريات المزرعة	المزارع الفطرية لمواد التقوية المختارة (فترة تحضين ١٥ يوم)								المزارع القياسية
Cultures	١ B44S	٢ B48S	٣ B67	٤ B 72	٥ G كلوسيل	٦ M.C	٧ فيتافيل	٨ بلكسيسول	(فترة التحضين) (١٠ ايام)
Asp. niger	++	++	−	+	++	++	++	−	+++++
Asp. Sulforous	+	+	−	++	++	−	−	++	+++++
Asp. flavus	−	−	−	+	++	−	++	+	++++
Alternria	++	++	++	+	++	−	++	−	+++++
Cladosporium	++	++	−	+	+	++	++	++	+++++
Broun rot	+	+	−	+	+	−	−	+	++++

* خالية من النمو : −   * نمو ضعيف جداً : +
* نمو ضعيف : ++   * نمو متوسط : +++
* نمو كثيف : ++++   * نمو كثيف جداً : +++++

ح] نتائج دراسات وأختبارات مواد التقوية

بناء على الدراسة السابقة التى تمت على مختارات من مواد التقوية شائعة الإستخدام فى مجال ترميم الأخشاب ، تم أثبات تعرض بعض خواص هذة المواد للتغير الذى يمكن إرجاعة إلى تأثير العديد من العوامل سواء الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية التى تتوفر خلال عمليات التقادم ، وقد تراوح تأثير هذة العمليات من مادة إلى أخرى حسب طبيعة وتركيب هذة المواد حيث لوحظ التالى :

(١) فقدان معظم أفلام مواد التقوية المتقادمة جزء من مرونتها. وقد لوحظ أن راتنجات البولى فينيل بوجه عام أصبحت أكثر قوة وأقل مرونة عن راتنجات الأكريلك بينما مشتقات السليولوز ظلت محتفظة بجزء كبير من مرونتها . وقد أثبتت التجارب أن أكثر المواد المختبرة ميلاً للقصامة هى مادة بارالويد B67 حيث بدأ ظهور هذه الخاصية بعد تمام الجفاف لذا فإنة يفضل عدم إستخدامها فى عمليات التقوية .

(٢) تعرضت راتنجات البولى فينيل للأصفرار بصورة أسرع عن راتنجات الأكريلك وقد لوحظ أن محاليل هذة المواد تعرضت للأصفرار بصورة أكثر وضوحاً عن الفيلم الجاف . حيث أكثرها تعرضاً للأصفرار محاليل بارالويد B67 ثم بارالويد F10 فبارالويد B48s . أما الفيلم الجاف من مادة الفينافيل فقد أصبح يميل للأبيضاض مع زيادة المرونة .

(٣) لم تقبل جميع مواد التقوية المختارة الذوبان بصورة كاملة فقد أعطت مشتقات السليولوز أعلى قابلية للذوبان (٩٨,٧ - ٩٩,٥) يليها بعض راتنجات الأكريلك بدأ من بارالويد B67 وبارالويد B44s وبلكسيسول B597 ، بارالويد F10ثم بارالويدB72 أما بارالويد B48s فيعتبر أقل راتنجات الأكريلك قابلية للذوبان (٤٥,٨%) بينما بلغت نسبة قابلية الذوبان فى راتنجات البولى فينيل ٩٦% فى حالة بيوتيفار B 90 يليها خلات البولى فينيل AYAT ثم بيوتيفار B72 أما فى حالة بيوتيفار B98 فبلغت ٨٨,٥% . وفى حالة الفينافيل تعرض الفيلم المتقادم إلى الأنتفاخ والأزدياد فى الحجم مع ذوبان جزء منة بلغ ٦% فى حالة إستخدام الماء كمذيب ، ٤٦,٨% عند إستخدام الأسيتون كمذيب . ويستنتج مما سبق أنة لاتوجد مادة تقوية قابلة للإزالة بصورة كاملة.

(٤) تعرضت بعض مواد التقوية بعد الجفاف إلى الأنكماش الذى بلغ أعلى قيمة فى حالة بعض نوعيات ميثيل السليولوز، مما يحبذ عدم إستخدام هذة النوعيات فى تقوية طبقات الجسو الرقيقة التى تغطى سطح الخشب إذ إن قابليتها العالية للإنكماش يمكن أن تعرض هذة الطبقة إلى إجهادات قد تؤدى إلى ظهور شروخ دقيقة مع إمكانية الأنفصال عن السطح لذا يفضل أختبار قابلية نوعيات ميثيل السليولوز المختارة للأنكماش قبل الأستخدام ،وأستخدام النوعيات التى لا تتعرض للأنكماش ،مع الوضع فى الأعتبار أستخدام تركيزات معتدلة نظراً لزيادة قابلية الأنكماش عند أستخدام التركيزات العالية. كذلك تعرضت مادة البيوتيفار B72 بعد الجفاف أيضا للإنكماش ولكن بنسبة أقل .

(٥) تعرضت معظم مواد التقوية إلى تغير فى قيمة الأس الهيدروجينى بعد التقادم سواء بالميل إلى الحامضية كما فى حالة بارالويد B44s ، بارالويد B67 ، بارالويد B72 ، بارالويد F10 أو بتحولها إلى الحامضية كما فى حالة بارالويد B48s

وخلات البولى فينيل والفينافيل. كما تحول بعضها إلى القاعدية مثل بيوتيفار B 72 وميثيل السليولوز ، أما كلا من الأفلام المتعادلة للكلوسيل G والبيوتيفار B98 والبيوتيفار B70 فقد ظلت متعادلة بينما تحول فيلم البلكسيسول B597 من الميل للحامضية إلى التعادل . وقد لوحظ أن محاليل مستحلبات البولى فينيل حامضية وتزداد فى الحامضية بالتقادم وبوجة عام فإن راتنجات البولى فينيل تكون عادة أكثر حامضية عن راتنجات الأكريلك .

أما الدراسات التطبيقية لمختارات من المواد السابقة على عينات متقادمة من الأخشاب فقد أوضحت تأثير هذة المواد على الخواص العامة للأخشاب حيث توصل للنتائج التالية:

(١) لاتوجد مادة تقوية يمكن أن تعطى تقوية كاملة للأخشاب ،إذ بدراسة التركيب الداخلى الدقيق للأخشاب المقواه بمواد مختلفة وجد أنة مهما أختلفت نوعية المادة المستخدمة أو درجة تركيزها وقدرتها على النفاذية فأنة لايمكن أن تملأ جميع فراغات خلايا الخشب بصورة كاملة ، إلا أن سلوكها داخل خلايا الخشب يختلف حسب نوع المادة ودرجة تركيزها بجانب نوع المذيب المستخدم .

(٢) تسببت جميع مواد التقوية فى تغير لون الخشب بدرجات مختلفة بلغت أعلى قيمة عند إستخدام بارالويد B48s وخلات البولى فينيل AYAT ثم البيوتيفار B98 وأقل قيمة عند إستخدام بلكسيسول B597 فالكلوسيل G ثم بارالويد F10 اما بارالويد B72 فأعطى تغير معتدل .

(٣) تأثير مادة البلكسيسول B597 على لون الخشب تغير حسب نوع المذيب المستخدم حيث أعطى أقل تغير عند إستخدام الطولوين أو الترای كلوروأثيلين بينما أعطى تأثيرا أوضح مع لمعان السطح عند إستخدام خلات الأميل .

(٤) أعطت مادة البارالويد B48s أعلى معدل صلابة لعينات الخشب المقواة يليها خلات البولى فينيل بينما أعطت مادة البلكسيسول B 597 أقل معدل يليها الكلوسيل G ثم بارالويد F10 ، أما كلا من بارالويد B72 ، بيوتيفار B98 فقد أعطيا معدل معتدل

(٥) أكثر مواد التقوية المختبرة تسبباً فى زيادة وزن الخشب وبالتالى الأكثر نفاذية بارالويد F10 يليها بارالويد B72 ثم بارالويد B48s فخلات البولى فينيل ثم بيوتيفار B98 والبلكسيسول B597 ، بينما الكلوسيلG أقلهم تأثيراً ويرجع ذلك إلى لزوجتة العالية .

(٦) توقف مدى تأثر الأخشاب المقواة بالغمر فى الماء على نوع مادة التقوية المستخدمة حيث بلغ أعلى قيمة فى أمتصاص الماء عند إستخدام الكلوسيل G ،ويرجع ذلك بجانب التركيز المنخفض والنفاذية المحدودة للكلوسيل إلى قابليتة للذوبان فى الماء . وقد لوحظ أن تشرب هذة العينة أكبر من تشرب العينة غير المقواة وقد يرجع ذلك إلى أن إستخدام الكحول الأثيلى كمذيب للكلوسيل ساعد على تفتح مسام الخشب وبالتالى زيادة قابليتة لتشرب الماء بعكس الخشب المتقادم غير المقوى الذى تملاء مسامة مخلفات عمليات التقادم مما أثر على قابليتة لتشرب الماء وقد تراوح تأثير الغمر فى الماء على عينات الأخشاب المقواة بباقى مواد التقوية فى الحدود المعتدلة

حيث بلغ أعلى قيمة فى التشرب عند إستخدام بارالويد F10 ثم خلات البولى فينيل فالبلكسيسول B597 ثم بيوتيفار B98 فالبارالويد B72 بينما بارالويد B48 أعطى أقل قيمة فى التشرب .

(٧) تعرضت عينات الخشب المقواة التى تم غمرها فى الماء بعد ٤٨ ساعة من تركها لتجف إلى الأنخفاض فى الوزن الأصلى ويرجع ذلك إما إلى ذوبان جزء من مادة التقوية المستخدمة فى الماء، أو إلى نزح الماء لجزء من مسحوق الخشب. وقد بلغت نسبة الأنخفاض فى الوزن أعلى قيمة فى حالة إستخدام الكلوسيل G (١٣%) وأقل قيمة عند إستخدام بلكسيسول B597 (١,٧%) مما يوضح أن هذة المادة توفر حماية جيدة للأخشاب ضد تأثير الماء إذ أنها لاتذوب فى الماء ولكن تسمح بنسبة محددة من النفاذ .

(٨) عند أجراء عمليات تقوية للأخشاب بالتشرب لابد أن يوضع فى الأعتبار بعض الحقائق الهامة التى يتوقف عليها مدى نجاح هذة العمليات وهى:
*الأنواع المختلفة من الأخشاب تختلف فى مدى نفازيتها للسوائل إذ أن بعضها مثل خشب دوجلاس فير تكون نفازيتة قليلة بينما تتميز أنواع أخرى مثل الصنوبر والبلوط الأبيض بالنفازية العاليه،وبالتالى فأن أختيار المواد والتركيزات المستخدمة فى عمليات التقوية يتوقف على نوع الخشب المراد تقويته والذى كلما ذادت كثافتة كلما قلت نفازية السوائل خلاله.
*الخشب العصارى يمتص السوائل أكثر من الخشب القلبى.
*أمتصاص الأخشاب للسوائل يتوقف حسب أتجاه التطبيق إذ ان أمتصاص السوائل فى أتجاه الألياف [الأتجاه الطولى] يبلغ من ١٠ إلى ١٠٠ مرة أسرع عن الأتجاه عكس الألياف[الأتجاه العرضى].
*نوعية المذيب المستخدم تؤثر بصوره فعالة فى مدى كفائة المادة المقوية المستخدمة، فالمذيبات القطبية مثل الأسيتون والكحول الأثيلى تعطى نتيجة أفضل عن المذيبات غير القطبيه مثل التولوين الذى يسبب زيادة لزوجة السوائل وبالتالى تأثر النفاذيه.
*رفع درجات الحرارة يؤدى إلى زيادة الأمتصاص أذ أنة يسبب خفض لزوجة السوائل.

وقد أكدت الدراسات التكميلية التى أجريت لتوضيح تأثير الفطريات على مواد التقوية المختارة أن هذة المواد بوجة عام قابلة لنمو الفطريات بأشكال ودرجات مختلفة ويرجع ذلك إلى أن جميع المواد التى تحتوى على الكربون تكون عرضة للهجوم الفطرى ، إلا أن هذا النمو تراوح من ضعيف إلى ضعيف جداً إذا ما قورن بالنمو العادى على وسط أعتيادى . وقد لوحظ فى بعض المزارع الفطرية التى إستخدمت فيها مواد التقوية كمصدر وحيد للغذاء أن الفطر قد فضل النمو على الوسط عنة على مواد التقوية وربما يرجع ذلك إلى وجود بعض الأملاح المعدنية فى الماء المستخدم لإعداد هذا الوسط . كما توضح النتائج التى توصل إليها أختلاف وتراوح درجة النمو الفطرى من مادة إلى أخرى حيث نمت بعض الفطريات المزروعة على بعض مواد التقوية بينما لم تنمو على مواد أخرى وقد يرجع إلى ذلك إلى طبيعة تركيب هذة المواد خاصة فى حالة المواد ذات السلاسل الطولية القصيرة التى تسهل عمليات التغذية للفطريات بالمقارنة بالمواد ذات السلاسل الطويلة المتفرعة .

فالنمو الفطرى فى المزارع المستخدم فيها بارالويد B48s كمصدر غذائى أكثر كثافة عن باقى المزارع ، بينما أقل المزارع كثافة فى النمو المستخدم فيها بارالويد B72 والبلكسيسول . هذا بجانب أن عدد الكائنات التى نمت فى المزارع المستخدم فيها بللورات بارالويد B67 كمصدر للتغذية من الستة كائنات المستخدمة فى التجارب كائن واحد فقط بينما فى حالة بارالويد B44s خمسة كائنات وكذلك خمسة كائنات مع بارالويد B48s ، أما المزارع المستخدم فيها بارالويد B72 فقد نمت عليها ستة كائنات فى نمو ضعيف جداً وكذلك ستة كائنات مع الكلوسيل G ، بينما نما كائنان فقط فى المزارع المستخدم فيها مسحوق ميثيل السليولوز ، وأربعة كائنات فى المزارع المستخدم فيها محلول الفينافيل وكذلك أربعة كائنات تتراوح من ضعيف إلى ضعيف جداً فى حالة محلول البلكسيسول B597 . كما أكدت الدراسات التى أجريت على عينات الخشب المقواة بإستخدام مواد التقوية السابقة أن النمو الفطرى على هذة الأخشاب أبطىء بكثير عنة فى حالة عينات الخشب غير المقواة مما يثبت أن مواد التقوية تساعد بصورة غير مباشرة فى أبطاء تأثير الأصابة الفطرية على الأخشاب حسب نوع وتركيب مادة التقوية المستخدمة .

وبناء على النتائج السابقة أستبعد إستخدام مواد التقوية التالية فى عمليات تقوية التماثيل الخشبية المختارة :

- بارالويد B48s نظرا لصلابتة العالية وتأثيرة الواضح على لون ومظهر الخشب كما أن فيلمه المتقادم حامضى بجانب عدم قابليتة للذوبان بصورة كاملة.
- بارالويد B67 نظرا لفقدة خاصية المرونة وتحولة إلى فيلم قصيم.
- بيوتيفار B98 بسبب لزوجتة العالية التى تحد من نفاذيتة بالخشب وتتطلب أستخدامة كمحلول منخفض التركيز،كما أنة لايقبل الذوبان بصورة كاملة بعد التقادم .
- خلات البولى فينيل حيث أنها تسبب تغير كبير فى لون الخشب مع لمعان السطح بجانب الصلابة العالية وأرتفاع الحامضية .
- الفينافيل نظراً لفقدانة الشفافية وتحولة لليونة عند التقادم بجانب أرتفاع حامضية وعدم قابليتة للذوبان بعد الجفاف إلا بنسبة محدودة .
- نوعيات ميثيل السليولوز التى تتعرض للأنكماش بصورة كبيرة بعد الجفاف مع ميلها للقاعدية، ونفس الوضع بالنسبة لبيوتيفار B72 وأن كان تعرضة للأنكماش أقل .
- كلوسيل G بسبب لزوجتة العالية التى تقتضى إستخدامة كمحلول مخفف بدرجة كبيرة (١%) مع الحصول على تقوية ضعيفة هذا بجانب قابليتة للذوبان فى الماء بعد التقادم مما لايمنح الخشب أى حماية ضد الماء.

ثالثاً : الدراسات التجريبية على المواد والمخاليط المالئة

تم إختيار مجموعة متنوعة ومختلفة فى الخواص والصفات والسلوكيات من المخاليط والمواد المالئة التى تستخدم فى عمليات تدعيم الأخشاب الأثرية ،وذلك للتعرف على تأثيرها على الأخشاب ومدى ملائمتها للإستخدام فى عمليات الترميم مع عمل مقارنة بين سلوكيات وخواص كل منها بغية التوصل إلى أفضلها فى الإستخدام بما يتناسب مع طبيعة وحالة الأخشاب الأثرية المتقادمة ٠

أ] المواد والمخاليط التى تم إختيارها :

١- خشب البلسا Palsa Wood [Ochroma SPP.] [1] :

يتميز هذا النوع من الخشب بالوزن الخفيف إذ أن معدل الثقل النوعى له يتروواح من ٠,١٠إلى ٠,٢٠ وبالرغم من أنه يتبع مرتبة الأخشاب الصلبة إلا أنة يتميز بالطراوة ، وهو يعتبر خشب قوى نسبياً بالنسبة إلى وزنة الذى يختلف حسب ظروف النمو وموضعة فى الشجرة حيث يترواح ما بين ٤٠كيلو جرام / م^3 إلى ٣٢٠ كيلو جرام / م^3 وذلك عند ١٢% رطوبه محتواة ،أما فى حالة الأخشاب التى تستخدم تجارياً فيتراوح وزنها من٨٠ كيلو جرام/م^3 إلى حوالى ٢٥٠ كيلو جرام / م^3 وذلك عند رطوبة محتواة ١٢% ،أما لونة فيتدرج بين الأبيض إلى البيج والبنى الفاتح ، يشوبة أحياناً لون بنى أو أصفر ويكون عاده ذو بريق حريرى وتجازيع مستقيمة ٠ وبالرغم من أن له خواص قوى منخفضة بسبب كثافتة المنخفضة إلا أنه خشب راسخ متين سهل التشغيل والتشكيل على أن يراعى إستخدام أدوات حادة حتى يمكن الحصول على نتيجة جيدة وإلا تعرض السطح للتفتيت وهو قليل الحركة إذ تبلغ حركته فى الإتجاه المماس ٢% وفى الإتجاه القطرى ٠,٦% كما أنه يتميز بالإستقرار والثبات فى حالة الجفاف ٠ هذا بجانب أنه موصل ردئى للحرارة وإمتصاص عالى للصوت ٠

٢- مخاليط راتنج الأيبوكس :[1]

من راتنجات الثرموسيتنج Thermosetting Resins التى تتصلب بالحرارة وتتميز بالصلابة العالية وصعوبة التشكيل بجانب عدم التغير فى الأبعاد ٠ ولتحسين خواصة مع إمكانية تشكيلة يضاف إلية مادة مالئة خاملة ٠
وقد إستخدم فى التجارب خليط من :

* أرالديت Py 1092 مع المجمد Hy 1092 [W/A] وذلك بنسبة ٢:١ مضافاً إلية نشارة الخشب الناعمة المنخولة بنسبة ١:١ ، ٢:١ بالحجم ٠

---

[1] **Johnson , H. ;Op.Cit.,p.250.**
- Hoadly, B. ;"Understanding Wood" , The Taunton Press.U.S.A., 1994,p.63.
- Jachson, A.and Day, D.;Op.Cit., p. 79.

[2] **Horie ,C.V. ; "Materials For Conservation" Butterworths and Co. Ltd., England, 1987 , pp.170-175.**

* أرالديت Py1092 مع المجمد Hy1092 مضافاً إلية الميكروبالون الزجاجى بنسبة ١:١ ، ١:٢ بالحجم [M / A].

* أرالديت Py 1092 مع المجمد Hy 1092 مضافاً إليه مسحوق الخشب الناعم والميكروبالون
الزجاجى [M\W\A] بنسبة ١:١:٢ ، ١:١:٤ بالحجم .

وقد روعى أن يترك الخليط لفتره قبل التطبيق مع التقليب حتى يزداد فى السمك وذلك لمنع تدفق الأيبوكس إلى السطح ٠

٣- مخاليط الراتنجات الصناعية والمواد المالئة الخاملة :

* خليط من Butvar (بولى فينيل بيوتيرال) المذاب فى الكحول الأثيلى بتركيز ٥% بالوزن مع مسحوق نشارة الخشب الناعمة المنخولة للحصول على مسحوق ذوحبيبات دقيقة متجانسة خالية من أى شوائب مع إضافة بودرة التلك إلى النشارة بنسبة ١:٢ بالوزن وذلك لملئ الفراغات بين دقائق النشارة حتى نحصل على خليط متماسك ناعم قليل الإنكماش ٠ ويتم خلط مكونات الخليط جيداً مع مراعاة أن يكون متوسط السيولة ثم يترك لفترة قبل التطبيق حتى يتماسك قليلاً وتتداخل مكوناتة معاً لتقليل تدفق الوسيط اللأصق للسطح ٠

* مستحلب خلات الفينيل (الفينافيل) المضاف إلية نشارة الخشب الناعمة جيدة النخل مع بودرة التلك بنسبة ١:٢ ويستمر الخلط حتى نحصل على قوام معتدل ، وفى حالة زيادة تركيز الوسيط اللاصق يتم تخفيفة بإستخدام الماء أو خليط من الماء والكحول الأثيلى بنسبة ١:٢ .

* خليط من نشارة الخشب الناعمة المضاف إليها بودرة التلك بنسبة ١:٢ بالوزن مع إستخدام البارالويد B 72 المذاب فى الأسيتون بنسبة ١٥% بالوزن كوسيط لاصق [B72\T\W] .

* خليط من الميكروبالون الزجاجىGlass Microballoons [1] B 38-4000 ذو الكثافة العالية مضاف إلية بارالويد B 72 المذاب فى الأسيتون والأيثانول بنسبة ١:١ وتركيز ١٥ % [B72\M].والميكروبالون مادة خاملة غير سامة تستخدم كمادة مالئة خفيفة الوزن لأعطاء خليط متجانس قوى خفيف سهل التشكيل والتطبيق والتلوين كما أنه يساعد على منع إنكماش الخليط عند الجفاف ، ويمكن الحصول عليه بمعدلات معتدلة من الكثافة وقوى الضغط ٠

ويوجد نوعان أساسيان من الميكروبالون[٢] الأول هو الميكروبالون الفينولى Phenolic Microballoons وهو ذو لون بنى يميل للإحمرار ،يعطى خليط خفيف الوزن،قابل للإنضغاط،خامل لايتعرض لتغير الأبعاد،كما أنة سهل التشكيل. أما النوع الثانى فهو الميكروبالون الزجاجى Glass Microballoons وهو ذو لون أبيض وجزيئاتة

---

[1] Hatchfield,P.;"Note On a Fill Material for Water Sensitive Objects", Journal of the American Instute for Conservation ,Vol.25,No.2,U.S.A.,1986, pp. 93-94.

[2] Thornton,J.;"Minding the Gap,Filling Losses in Gilded and Decorated Surfaces", Gilding and Surface Decoration , The United Kingdom Institute for Conservation, London , 1991 , p.13.

كبيرة بالمقارنة بجزئيات كربونات الكالسيوم ،وهو قابل للإنضغاط مما يعطى سطح سهل التنعيم ، وحيث أن الزجاج لايتفاعل مع معظم الراتنجات لذا فهو يضاف إلى العديد من الراتنجات للإستخدام فيمجال الترميم هذا بجانب أن الشكل الكروى لجسيمات الميكروبالون يسمح بإستخدام نسبة قليلة من الراتنجات فى تكوين مخاليط الإستكمال مما يؤمن إنخفاض معدلات الإنكماش كما يضاف إلى بعض الراتنجات لتخفيض التأثير الحرارى أثناء عمليات التصلب .

* خليط من الميكروبالون الزجاجي والبارالويد B 48s المذاب فى الأسيتون بنسبة ١٥% بالوزن [B48s \M] ويراعى أن يكون قوام الخليط متوسطاً إذ أن السيولة الزائدة تسبب هبوط السطح كما أن سمك القوام يسبب صعوبة التطبيق بجانب قلة المادة الرابطة مما ينتج عنه ضعف التماسك .

* خليط من نشارة خشب ناعمة خالية من الشوائب والميكروبالون الزجاجى بنسبة ٢:١ بالوزن مع إضافة بارالويد B72 المذاب فى الأسيتون بتركيذ ١٥% كوسيط لاصق [B72\W\M] .

* مسحوق الخشب الناعم المتجانس مضافاً إلية مسحوق التلك بنسبة ١:١ مع إستخدام كوسيط لاصق الكلوسيل Klucel GF المذاب فى الكحول الأثيلى بتركيز ٥% .

* مسحوق الخشب الناعم المتجانس مضافاً إلية مسحوق الطباشير الدقيق الحبيبات مع إستخدام البارالويد B72 المذاب فى الأسيتون بتركيز ١٥% كوسيط لاصق .

* مسحوق من الخشب الناعم المتجانس المخلوط مع مسحوق التلك بنسبة ١:١ والمضاف إلية ميثيل السليولوز المذاب فى الماء مع إضافة قليل من الكحول الإثيلى وذلك بتركيز ٣% .

٤- خليط الشموع :

* جزء واحد من شمع النحل مضافاً إلية جزئين بالوزن من مسحوق الطباشير الناعم المتجانس

* جزءان بالوزن من شمع النحل مضافاً إليهما جزء واحد من راتنج القلفونية وجزء واحد من مسحوق الخشب الناعم .

٥- خليط من غراء حيوانى ومادة خاملة :

* خليط من محلول غراء الأرنب مع نشارة خشب ناعمة ومسحوق التلك، ويحضر غراء الأرنب بإزابة جزء من الغراء إلى عشرة أجزاء من الماء بحيث ينقع الغراء أولاً فى الماء لمدة ساعة إن كان على شكل مسحوق أو لمدة يوم إى كان على شكل قطع سميكة ثم يسخن بعد ذلك على حمام مائى حتى يذوب الغراء تماماً ويستخدم وهو دافئ .

* خليط من محلول غراء الجلود Hide Glue المضاف إلية نشارة الخشب الناعمة ومسحوق التلك بنسبة ٢:١ ويحضر غراء الجلود بنفس الطريقة السابقة .

٦- **مخاليط جاهزة :**

* معجون خشب سابق التحضير " Wood Filler" مكون من بودرة خشب طبيعي ووسيط صناعي لاصق وهو يحتوى على أسيتون وكحول أيزوبروبيلى ، وعند جفافة يصبح صلب و يعطى مظهر الخشب الطبيعي ، وعند الرغبة فى تقليل تماسكة يندى بالأسيتون ثم يخلط جيداً ويطبق باستخدام فره عريضة مرنة ، ويمكن الحصول علية فى عبوات بلاستيكية محكمة الغلق من محلات بيع مستلزمات الديكور ،

* عجينه ورق سابقة التجهيز " Paper Clay " يحصل عليها على شكل قوالب مغلفة فى ورق خاص يمنع تعرضها للجفاف وهى مكونة من خليط من مسحوق الورق والتلك مع النشا كوسيط لاصق بجانب رماد بركانى ومادة مانعة لنمو الفطريات ،وهى خفيفة الوزن تجف بسهولة فى الهواء ، ولزيادة مرونتها يمكن تنديتها بالماء مع تشغيلها بين الأيدى حتى نحصل على عجينه طرية متجانسة سهلة التشكيل وعند الجفاف تصبح صلبة خفيفة الوزن ويمكن تطرية سطحها لإعادة تشكيلة بعد التصلب بالتنديه بالماء وفى حالة عدم الاستخدام تحفظ داخل محتوى محكم الغلق حتى لا تجف ،

ب] الاختبارات الكيفية لتحديد الخواص العامة للمواد والمخاليط المالئة المختارة

لتحديد الخواص العامة والمظهر للمواد والمخاليط المالئة المختارة خلال وبعد عمليات الاستخدام مع الأخشاب تم إجراء مجموعة من الاختبارات للتعرف على سلوكياتها حتى يمكن المفاضلة بينها ،

١- إعداد العينات :

للحصول على أقرب نتيجة للواقع تم إعداد قطع مربعة من الخشب تشتمل على تجويف مثلث الشكل يتشابه مع الشكل العام للشروخ والفراغات التى يمكن أن توجد بالأخشاب وذلك بالمقاسات التالية :

* مربع من خشب الزان الصلب مقاساته (٤×٥×٢سم) يوجد بمنتصفة فراغ مقاساته (٣×٣×٢سم) ،

* مربع من خشب البلسا الخفيف الطرى مقاساته (٣×٤×١سم) والفراغ الموجود بمنتصفة مقاساته (٢×٢×١سم) ،

*مربع من خشب البلسا مقاساته (٣×٤×١سم) والفراغ الموجود فى منتصفة مقاسات (٢×١×١سم) ،

وقد تم تطبيق المخاليط المختارة داخل الفراغات الموجودة بهذه المربعات بعد بداية التماسك مع التقليب المستمر وذلك لتجانس الخليط ولتقليل تدفق الوسيط اللاصق إلى طبقة السطح ،وقد تم التطبيق على مرحلتين باستخدام فره من الصلب المرن مع الضغط أثناء مراحل الجفاف لزيادة تداخل جزيئات المعجون معاً وطرد فقاعات الهواء إن وجدت مع زيادة التماسك بالخشب [صورة رقم (١٤٧)] . كذلك تم صب مكعبات منتظمة الأضلاع (٢سم ^{٣}) من كل من المخاليط المختارة للمقارنة بين قابليتها للانكماش ،

٢- عوامل واختبارات المفاضلة بين سلوكيات المواد والمخاليط المالئة المختارة:

- اللزوجة عند التطبيق ، أى إمكانية تشكيل الخليط باستخدام الفره بدون الإضرار بالمظهر العام للسطح وبدون أن يمثل ذلك صعوبة ٠

- الانكماش بعد الجفاف والتصلب والذى يسبب تغير أبعاد العينات وهو يتصل بصورة عامة بخواص المذيب المستخدم والوسيط اللاصق٠

- مقدار قوى الالتصاق بالخشب وإمكانية الفصل بعد الجفاف حيث تظهر أحياناً شروخ دقيقة عند خط الاتصال بين الخليط والخشب أو ينفصل الخليط كوحدة متماسكة عند تعرضه للضغط٠ ويرجع ذلك إلى احتواء الخليط على نسبة منخفضة من الوسيط اللاصق أو إلى انخفاض لزوجة ومرونة الوسيط ٠

- المظهر العام للسطح من حيث التماثل والصقل ويعتمد ذلك بصورة عامة على مقدار خشونة وحجم جزيئات المادة المالئة أو إلى مقدار تجانس مكونات الخليط ٠

- إمكانية التشكيل باستخدام مشرط حاد للحصول على الشكل والتصميم المطلوب ٠

- قابلية الصقل للحصول على سطح مستوى أملس باستخدام الصنفرة ، وقد تم إجراء الاختبار باستخدام ورق صنفرة" دوكو" متوسط الخشونة وورق صنفرة" حدادى" متوسط الخشونة للعينات الصلبة٠

- إمكانية الإزالة وذلك باستخدام المذيبات المختلفة سواء بصورة منفردة أو كمخاليط حيث استخدمت كلا من المذيبات التالية : سيكلوهكسان Cyclohexane – التولوين – الأسيتون – خلات الأثيل Ethyl Acetate ورابع كلوريد الكربون Carbon Tetra Chloride و الكحول الأثيلى . ويمثل جزء من هذه المذيبات، المذيبات المستخدمة فى إعداد الوسيط اللاصق ٠ وكلما زادت صعوبة عمليات الإزالة مع استغراقها المزيد من الوقت بجانب إستلزامها مذيبات قوية فإن ذلك يعنى صعوبة إزالة الخليط بعد الجفاف ٠

- الصلابة وهى مقاومة العينات للخدش وقد تم تقديرها بصورة كيفية باستخدام مطواة صغيرة والتى تبلغ صلابتها حسب مقياس "موه للصلابة " "Moh's Scale" (٦,٥) وأظافر اليد التى تبلغ(٢,٥)، وقد تم ترتيب العينات بناء على النتيجة الأعلى فالأقل فى الصلابة ٠

- القابلية للتلوين وقد تم اختبار هذا العامل باستخدام الألوان المائية وألوان الأكريلك وألوان الأكاسيد المضاف إليها البارالويد B72 بتركيز ٥% فى الأسيتون كوسيط لاصق مع استخدام فرشاة ناعمة رقم (٥) .وقد لجأ فى بعض العينات خاصة عينات الإيبوكس إلى صنفرة طبقة السطح لإزالة الطبقة الملساء الناعمة حتى تتماسك الألوان مع الأسطح ٠

والجدول رقم (١٦) يوضح النتائج التى توصل إليها فى الاختبارات السابقة.

جدول رقم (١٦) : يوضح الخواص العامة للمواد والمخاليط المالئة التى تم أختبارها

رقم العينة	المواد والمخاليط المالئة	اللزوجة السائلة	قوى اللصق	معدل الأنكماش	مظهر السطح	قابلية التشكيل	قابلية الصقل	مقدار الصلابة	قابلية الإزالة	قابلية التلوين		
										ألوان مائية	ألوان أكريلك	ألوان أكاسيد
١	ميكروبالون/بارالويد B72	xx	xxx	−	٠٠٠	xxxx	xxxx	xx	xxxx	+	+	−
٢	ميكروبالون/بارالويد B48	xxx	xxx	−	٠٠	xxxx	xxxx	xxx	xxx	+	+	−
٣	ميكروبالون/مسحوق خشب/بارالويد B72	x	xxx	−	٠٠٠	xxx	xxxx	xx	xxxx	+	+	−
٤	معجون خشب جاهز	x	x	x	٠٠٠	xxx	xxx	xx	xxxx	+	+	+
٥	مسحوق خشب/ غراء أبيض	xx	xxx	xxx	٠	x	x	xx	x	+	+	+
٦	مسحوق خشب /مسحوق تلك/بارالويد B72	x	xx	−	٠٠	xx	xx	xxx	xxx	+	+	+
٧	مسحوق خشب/زنك/ غراء أرنب	xx	xx	xxxx	٠	x	xx	xxx	x	+	+	+
٨	مسحوق خشب/تلك/ غراء جلود	xx	xx	xxxx	٠	x	xx	xxx	x	+	+	+
٩	عجينة الورق	−	x	x	٠٠٠	xxx	xxx	x	xxx	+	+	+
١٠	مسحوق خشب/ شمع نحل/ قلفونية	x	xx	−	٠٠	xxx	xx	xx	xx	+	+	+
١١	خشب البلسا	−	−	−	٠٠٠	xxx	xxxx	x		+	+	+
١٢	مسحوق خشب/ طباشير/ بارالويد B72	x	xx	−	٠٠	xx	xx	xxx	xxx	+	+	+
١٣	مسحوق خشب/تلك/ كلوسيل G	x	x	xxx	٠	xx	xx	x	xxx	+	+	+
١٤	مسحوق خشب/تلك/ ميثيل السليولوز	x	x	xxx	٠	xx	xx	x	xx	+	+	+
١٥	مسحوق خشب/تلك/ بيوتيفار B98	x	x	x	٠٠	xx	xx	xx	xx	+	+	+
١٦	أرالديت PY1092	xxxx	xxxx	−	٠٠٠	xx	xxx	xxxx	−	−	+	+
١٧	أرالديت/مسحوق خشب	xxx	xxx	−	٠٠	xx	xxx	xxx	−	−	+	+
١٨	أرالديت/ميكروبالون	xxx	xxx	−	٠٠٠	xxx	xxx	xxx	−	−	+	+
١٩	أرالديت/مسحوق خشب/ ميكروبالون	xxx	xxx	−	٠٠	xxx	xxx	xxx	−	−	+	+

* منخفض : x * متوسط : xx * شبة مرتفع : xxx * مرتفع : xxxx

* فقير : ٠ * معتدل : ٠٠ * جيد : ٠٠٠

* قابل : + * غير قابل : −

٣- الخواص السلوكية للمواد والمخاليط المالئة خلال الاختبارات السابقة:

تعرضت بعض المخاليط إلى الانكماش خاصة المضاف إليها وسيط لاصق من مشتقات السليولوز ذات الوزن الجزيئى العالى وبالتالى اللزوجة العالية مما أستلزم تخفيفهـا للحصـول على لزوجة مناسبة للتطبيق ، وكذا المخاليط المستخدم فيهـا الغـراء الحيـوانى والتـى أدى انكماشها إلى تغير مظهر الخشب المحيط بها • أما مخاليط الأيبوكس فتعتبر أكثر المخـاليط ثباتاً فى الأبعاد

- جميع المخاليط أمكن صقلها باستخدام الصنفرة إلا أن مظهر السطح تراوح مـن السـطح المتداخل المتجانس كما فى حالة مخاليط الميكروبالون إلى السطح الذى يميـل إلـى عـدم التجانس كما فى حالة المخاليط المستخدم فيها الغراء الأبيض • هذا بجانـب أن اخـتلاف صلابة العينات أستلزم مجهود أكثر لصقل العينات الصلبة بجانب استخدام صنفرة حـدادى خاصة فى مخاليط الأيبوكس •

- معدل تصلب مخاليط الأيبوكس أختلف حسب المادة المالئة المستخدمة حيث بلغ أقل قيمة فى الزمن عند استخدام مسحوق الخشب ثم الميكروبالون وأعلى قيمـة فـى مـادة الأيبـوكس بمفردها •

- من أسهل المواد فى التشكيل بالرغم من صلابتها مخـاليط الميكروبـالون بينمـا أصـعب المخاليط فى التشكيل مخاليط الأيبوكس أما خشب البلسا فمن الصعب تشكيلة إلا باسـتخدام أدوات حادة بينما المخاليط المستخدم فيها الغراء الأبيض فغير قابلة للتشـكيل بالمسـتوى المطلوب •

- مخاليط الشموع هى الوحيدة التى تسببت فى تغير لون الخشب المحيط .

- اختلفت معدلات قوى ألتصاق المخاليط بالخشـب حيـث بلغـت أقصـاها فـى مخـاليط الميكروبالون والإيبوكس وأقلها فى معجون الورق الذى أنفصل بسهولة عن سطح الخشـب بعد الجفاف •

- أعلى المخاليط لزوجة أثناء التطبيق مخاليط الإيبوكس يليها مخاليط الغـراء الأبـيض ثـم الميكروبالون والوسيط اللاصق•

- استخدام الألوان المائية مثل صعوبة خاصة مع مخاليط الشموع وراتنجات الإيبـوكس أمـا استخدام خليط الأكاسيد والبارالويد فقد مثل صعوبة فى حالة مخاليط الميكروبالون التى تتأثر بسهولة بالأسيتون • بينما استخدمت ألوان الأكريلك بنجاح مع جميع المخاليط •

- ألوان المخاليط اختلفت حسب المادة المالئة المستخدمة فمن الأبيض الشاهق فـى مخـاليط الميكروبالون الزجاجى إلى درجات البنى المختلفة فى المخاليط المستخدم فيهـا مسـحوق الخشب مع مواد مالئة أخرى إلى الرمادى الفاتح فى عجينة الورق •

- مثلت الطبقة السطحية اللامعة المصقولة الموجودة فى بعض المخاليط صعوبة فى تماسـك الألوان مع السطح خاصة فى مخاليط الإيبوكس مما أقتضى تخفيفهـا باسـتخدام صـنفرة " دوكو" ناعمة •

- أعلى المخاليط صلابة مخاليط الأرالديت يليها مخاليط مسحوق الخشب والتلك والبارالويد ثم المخاليط المستخدم فيها الغراء كوسيط لاصق فمخاليط الميكروبالون ، بينما أقل المخاليط صلابة عجينة الورق والمخاليط المستخدم فيها مشتقات السليولوز كوسيط لاصق ٠

- جميع المخاليط قبلت الإزالة بدرجات مختلفة فيما عدا مخاليط الأيبوكس غير القابلة للإزالة يليها المخاليط المستخدم فيها الفينافيل ٠ كما مثلت المخاليط المستخدم فيها الغراء كوسيط لاصق صعوبة فى الإزالة ،أما مخاليط الميكروبالون فتعتبر أسهل المخاليط إزالة ٠

- المخاليط ذات اللزوجة العاليه تميزت بوجود فقاعات هواء داخلية أسفل طبقة السطح ٠

ج]: إختبارات تحديد الخواص الميكانيكية للمواد والمخاليط المالئة المختارة[1] :

بناء على نتائج الإختبارات السابقة قامت الباحثة بإختيار المخاليط المالئة التى أعطت أفضل النتائج للتعرف على خواصها الميكانيكية من حيث مدى قابليتها للإنضغاط والشد والإنحناء حتى يمكن تحديد سلوكيات الخشب المستكمل بها عند تعرضة لأى ضغط ميكانيكى ناتج عن التغيرات فى الرطوبه النسبية ٠ وقد تم قياس ودراسة تعامل هذه المخاليط وإستجابتها للقوى والضغوط الواقعة عليها مع تغير سلوكها أثناء الإختبارات وعمل مقارنة بين القياسات لكل عينة لتحديد أفضلية الإستخدام وذلك بإجراء الإختبارات التالية على عينات مختلفة الأشكال بما يتناسب مع كل اختبار [صورة رقم(١٥٠)]:

١- إختبارات قياس قوى الضغط :

يهدف هذا الإختبار إلى قياس مقدار الحمل اللازم لبداية إنهيار المخاليط المالئة مع بداية ظهور أول مظاهر الإنهيار سواء على شكل إنضغاط أو بداية ظهور شروخ ، وكذا مقدار الحمل اللازم لحدوث الإنهيار التام سواء على شكل أنضغاط غير قابل للعكسية أو عند حدوث شروخ وإنفصالات كاملة ٠ ثم عن طريق التعويض فى القانون التالى أمكن حساب مقدار قوى الضغط لهذه المخاليط وبالتالى معامل إنضغاطها :

قدرة تحمل الضغط = حمل الكسر (كجم) / مساحة المقطع (سم^{٢})

وقد تم تجهيز مجموعتين من العينات على شكل مكعبات منتظمة الأضلاع والأسطح أبعادها ١سم ،٢سم وذلك عن طريق الصب داخل وحدتين من القوالب المصنعة خصيصاً من خشب البلسا الخفيف المغطى من الداخل بورق مشمع لمنع إلتصاق العينات وهم مكونين من أجزاء يمكن تجميعها وفصلها لسهولة إستخراج العينات بعد الجفاف [صورة رقم(١٥١)]٠ وقد تم إعداد من ثلاثة إلى خمسة وحدات من كل عينة ،وإن إستلزم الأمر فى بعض الحالات إعداد عدد أكبر وصل إلى عشر وحدات نظراً للتذبذب فى النتائج نتيجة لعوامل تتعلق بتجانس العينة ٠ وقد روعى ترك مكعبات العينات لمدة تتراوح من ٥-٧ أيام للتأكد من تمام الجفاف والتصلب قبل إجراء الإختبارات المطلوبة ٠

١- تم إجراء هذه الإختبارات فى معمل هندسة الصخور - كلية الهندسة - جامعة القاهرة - تحت إشراف أ/د. حسن فهمى أمام .

ولقياس الأحمال الواقعه على هذه المكعبات أستخدم جهاز قياس الضغط
Uniaxial Compress Machine[Point Load Tester D 550]
وهو جهاز هيدروليكى صغير الحجم أستخدم لاختبار العينات الصغيرة معطياً النتيجة على مؤشر مدرج يبدأ من ٠,٠٥ كيلو نيوتن (٥ كيلو جرام) ويصل إلى ٥٥ كيلو نيوتن (٥٥٠٠كيلو جرام) ٠أما فى حالة المكعبات الكبيرة فقد أستخدم جهاز قياس ضغط يعمل أتوماتيكياً وهو متصل بوحدة كمبيوتر مزودة ببرنامج خاص يعطى قراءات فورية على شكل منحنيات تمثل العلاقة بين الحمل الواقع والزمن ، أو العلاقة بين قوى الضغط على $سم^2$ والزمن ، كما يعطى منحنيات توضح سلوك حركة انهيار العينات بسبب التحميل الواقع عليها ، ويمكن لهذا الجهاز أن يعطى قراءات لتحميل يصل إلى [Load Cell] ١٥٠٠ كيلو نيوتن [صورة رقم(١٥٢)] ٠ولإجراء الاختبارات تم وضع مكعبات العينة بين قرصين من الصلب أحدهما ثابت (الأعلى) بينما الآخر متحرك (الأسفل) وهو متصل بمؤشر لحساب مقدار الضغط الواقع على العينة وقد روعى أن تكون سرعة الجهاز أبطأ ما يمكن نظراً لحساسية وصغر حجم العينات وحتى يتم الانهيار بصورة تدريجية ٠

كما تم إجراء اختبار آخر لقياس مقدار القوى المطلوبة لضغط المخاليط والمواد السابقة عند تواجدها داخل الخشب ٠ حيث تم صب العينات على شكل مستطيل ذو قطاع مربع (١×١×٣سم) بين ساقين من خشب صلب مستقيم الألياف (١×١×٣سم) بحيث يكونوا معاً وحده واحده ٠ وقد أستلزم الأمر فى حالة العينات غير القابله للالتصاق مثل خشب البلسا لصق العينة بالخشب بمادة لاصقة مثل البارالويد B72 بتركيز ١٥% فى الأسيتون مع إضافة قليل من مسحوق الميكروبالون لملئ أى فراغات قد توجد بين خطوط اللحام لزيادة الإلتصاق٠ وقد تم وضع هذه الوحدات بين أقراص الضغط فى الأجهزة السابقة وتعريضها لضغوط مختلفة حتى ظهور مظاهر الانهيار[صورة رقم(١٥٣)] ٠

٢- سلوك عينات المواد والمخاليط المالئة أثناء اختبارات قياس قوى الضغط :

- انهيار العينات تحت تأثير قوى الضغط أخذ العديد من الأشكال [صور رقم(١٥٤أب ج دهـ و)] حيث كان على شكل :
  * شرخ مائل يزداد بازدياد الضغط حتى تنفصل العينة إلى جزئين٠
  * عديد من الشروخ الطولية الدقيقة ثم انهيار العينة .
  * انفصال أجزاء من العينة٠
  * تفتت تام للعينة٠
  * أنضغاط بسيط يزداد بزيادة الحمل حتى تنضغط العينة تماماً بدون حدوث أى شروخ مع تغير المقاسات كما فى حالة خشب البلسا٠
  * إنضغاط محدود ثم ظهور شروخ .

- بعض العينات أعطت قراءات عالية لقوى الضغط ثم انخفضت ثم ارتفعت ثانياً .

- انهارت بعض العينات بصورة سريعة بعد أعلى تحميل لها ، بينما عينات أخرى استغرقت فترة زمنية حتى تنهار وذلك بصورة تدريجية ٠

- تحمل بعض العينات للضغوط أزداد فى حالة تواجدها داخل الخشب مثل العينات رقم (١) ، (٢) ، (٣) ،(٤) بينما البعض الأخر أصبح أقل أو متماثل مثل العينات رقم (٩) (١١) (٦)

- السطح الخارجى لبعض العينات أكثر صلابة عن الأجزاء الداخلية مما شكل عائقاً عند قياس قوى الضغط حيث أنهارت الأجزاء الداخلية للعينة فى معظم الحالات اولاً مع ظهور شروخ فى السطح السفلى بينما ظل السطح الخارجى متماسك وأنفصل كوحدة واحدة ٠

- سلوك إنهيار عينات مخاليط الميكروبالون بوجة عام يتمشى مع مظاهر سلوك إنهيار المعاجين القياسية [شكل رقم(٥٢-٥٣)] .

- عينات خشب البلسا وعجينة الورق هى أكثر العينات قابلية للإنضغاط تحت تأثير قوى الضغط حيث بلغ التغير فى إرتفاع عينات خشب البلسا عند وقوع الضغط عمودى على إتجاة الألياف (١٠٤ كيلو / سم٢) ٨٠%، وبلغ ٩٠% عند أقصى إنضغاط (٧١٤ كيلو سم٢) . وفى عينات الورق وصل إلى ٥٨% (٧٠,٨ كيلو / سم٢) ، بينما فى عينة الميكروبالون والوسيط اللاصق فيتروا‌ح التغير فى الإرتفاع من ١٦% (٢٩ كجم / سم٢) إلى ٢٧% (٣١ كجم/سم٢) إلا أنة وصل إلى ٥٤% عند إستمرار الضغط ٠

- عينات مخاليط الأيبوكس قبلت قدر كبير من الأحمال أدى إلى تعرضها للإنضغاط بصورة كبيرة بدون ظهور أى من مظاهر التدهور الأخرى وذلك حتى حد معين إختلف من عينة إلى أخرى بدأ بعدها ظهور شروخ فى الإتجاة الطولى للعينة حتى وصلت إلى أعلى حد من الإنضغاط ٠ وعند تحرير العينات من الضغط الواقع عليها بدأت فى الزيادة فى الإرتفاع بصورة سريعة فى البداية حتى حد معين أخذت بعدة فى الزيادة ببطئ مع إستمرار وجود الشروخ ولكن بصورة أبسط ، وقد تركت العينات لمدة ٢٤ ساعه ثم أعيد قياس أطوالها فوجد أن النقص فى الأرتفاع كما يلى [صور رقم(١٥٥أ ب ج د)] :

* عينات الأيبوكس بلغ النقص فى إرتفاعها بعد رفع الضغط مباشرة من ٥٤% إلى ٦٠% وبعد ٢٤ ساعه بلغ ٩% إلى ١٥% ٠
* عينات الإيبوكس ومسحوق الخشب (بنسبة ١:٢) بلغ النقص فى إرتفاعها بعد رفع الضغط مباشرة من ٣٣% إلى ٤١,٥% وبعد ٢٤ ساعة بلغ من ٤,٥% إلى ٥,٥% وفى حالة إستخدام خليط بنسبة ١:١ بلغ النقص فى الإرتفاع بعد رفع الضغط مباشرة ٥٨% وبعد ٢٤ ساعة ١٦,٥% .
* عينات الأيبوكس والميكروبالون بنسبة ١:٢ عادت إلى نفس الأرتفاع الأصلى مع إختفاء الشروخ الصغيرة ، وفى حالة إستخدام خليط بنسبة ١:١ بلغ النقص بعد رفع الضغط مباشرة ٦٢% وبعد ٢٤ ساعه ١٣% .
* عينات الأيبوكس و مسحوق الخشب والميكرو بالون [بنسبة ١:١:٤] بلغ النقص فى أرتفاعها بعد رفع الضغط مباشرة ٣٧% وبعد ٢٤ ساعة ٤% وفى حالة إستخدام نفس الخليط بنسبة [١:١:٢] بلغ النقص بعد رفع الضغط مباشرة ٥٨% وبعد ٢٤ ساعة ١٣% .

وقد ظلت العينات محتفظة بشكلها العام مع وجود مجموعة من الشروخ فى السطح العلوى والأسطح الجانبية بصور متفاوتة فى العينات فيما عدا عينة الأيبوكس فقط التى إنضغطت وتهشم الجزء الداخلى منها تماماً بينما ظلت الأسطح الجانبية محتفظة بتماسكها مع شبة إنفصالها عن الجزء الداخلى المهشم وذلك عند تعرضها لأقصى ضغط ممكن

(١٢٧٠كيلو / سم^{٢}) حيث عند تعرضها لقوى ضغط أقل (٧٣٢ كيلو / سم^{٢}) إنضغطت ولم تتعرض للتهشم .

- عينات مخاليط الأستكمال التى إستخدم فيها وسيط لاصق ذو درجة تركيز عالية أعطت نتائج أعلى للأحمال الواقعة عليها ٠

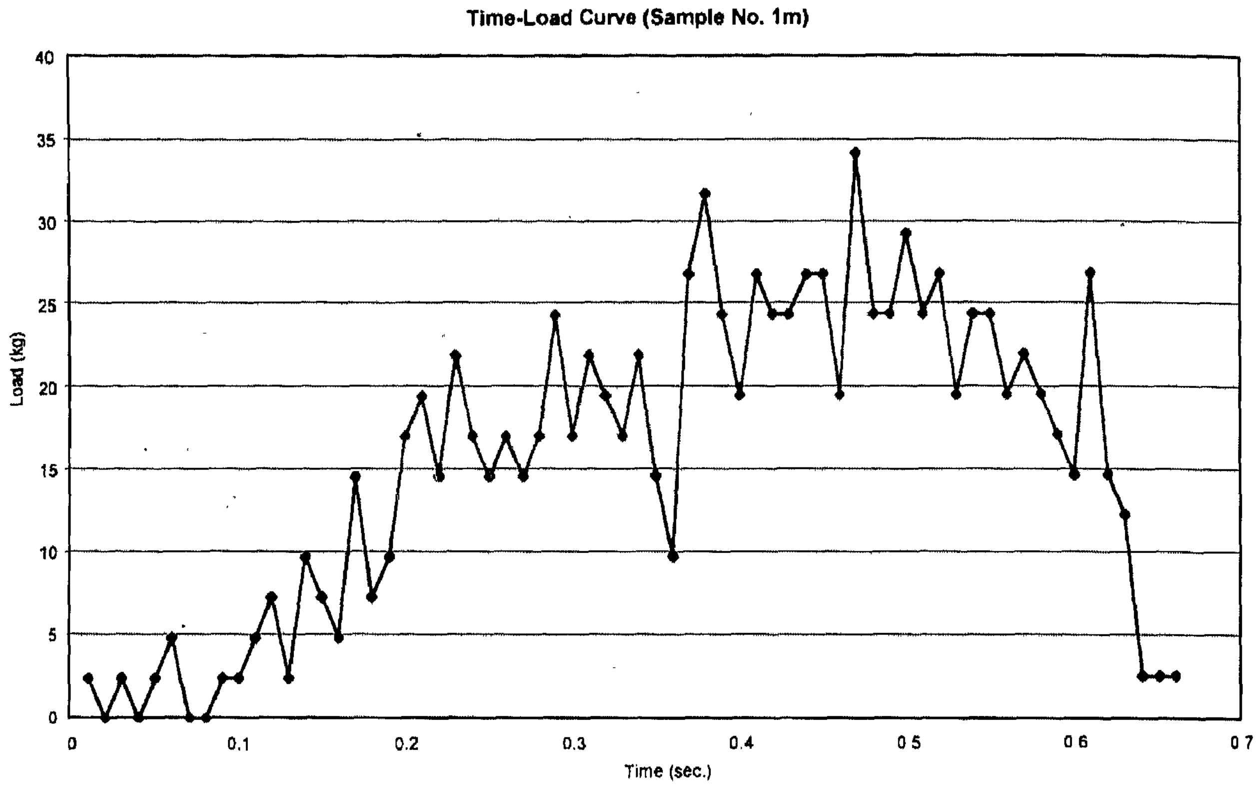
- عينات معاجين الورق تعرضت للإنضغاط بصورة سريعة فى البداية تحت تأثير قوى ضغط منخفضة ثم بزيادة الإنضغاط إزداد تحملها للقوى والأحمال الواقعة عليها ٠

- جميع عينات مخاليط الأيبوكس داخل الخشب ظلت بدون تغير ملحوظ بينما تعرض الخشب للأنضغاط بصورة كبيرة [صورة رقم(١٥٨)] .

- حمل الضغط على خشب البلسا فى إتجاه الألياف (٣٦ كيلو /سم^{٢}) أقل عن حمل الضغط فى الإتجاة العمودى على الألياف (١٠٤ كيلو / سم^{٢}) حيث وصلت النسبة إلى ٣:١ وبالتالى أمكانية تعرضة للإنضغاط وتغير الأبعاد ٠

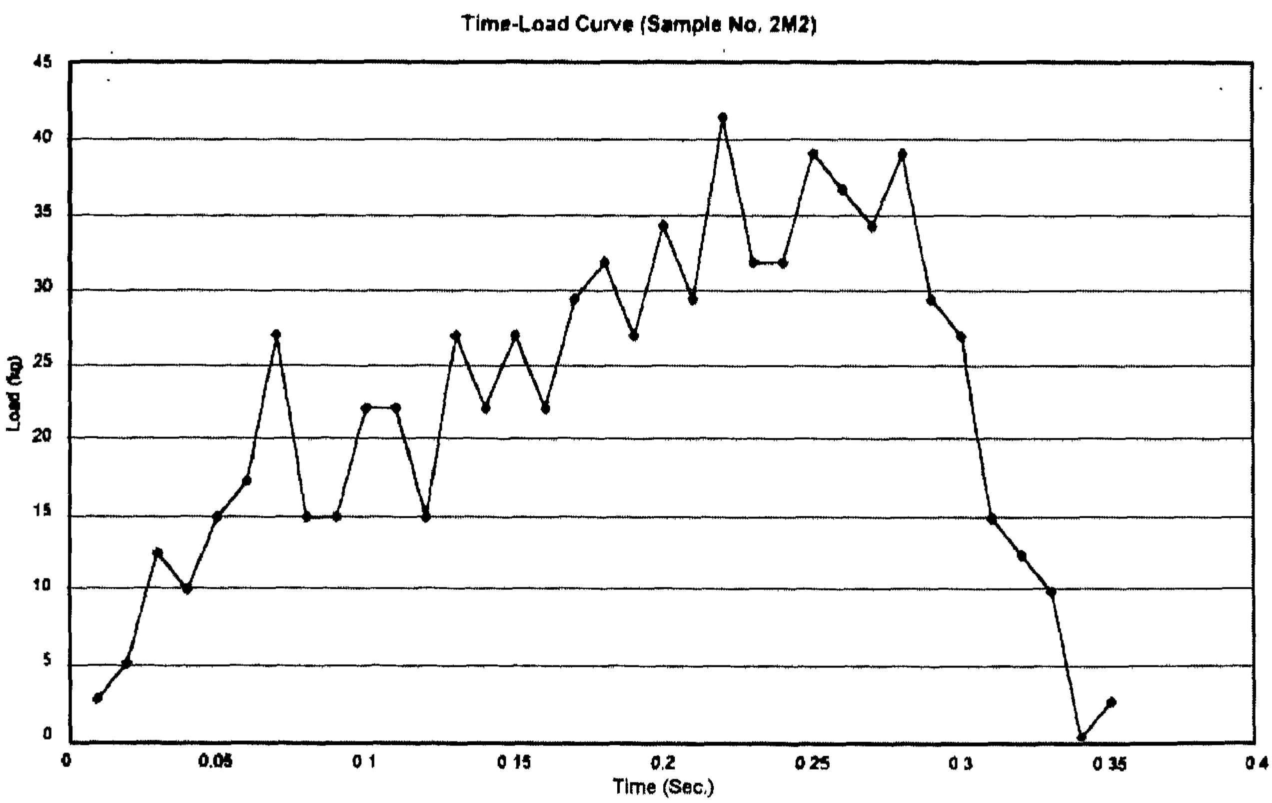
- أستغرقت عينات الأيبوكس أطول زمن للإنهيار يليها العينة رقم (٤) بينما إستغرقت عينات مخاليط الميكروبالون أقل زمن [أشكال أرقام (٥٤-٥٨-٥٩-٦٠-٦١)]٠

- أعطت عينات الأيبوكسى أعلى قيمة فى قدرة تحمل الضغط وقد إنخفضت هذه القيمة حسب كمية ونوعية المادة المالئه المضافة إليها ، يليها خشب البلسا عند وقوع الضغط فى الإتجاة العمودى على الألياف ثم العينة رقم (٤) فالعينة رقم (٩) يليها العينة رقم (٦) ، (٢) ،(١) أما أقل العينات قدرة على تحمل الضغط فهى العينة رقم (٣) [أشكال أرقام من ٥٢ حتى ٦١] ٠



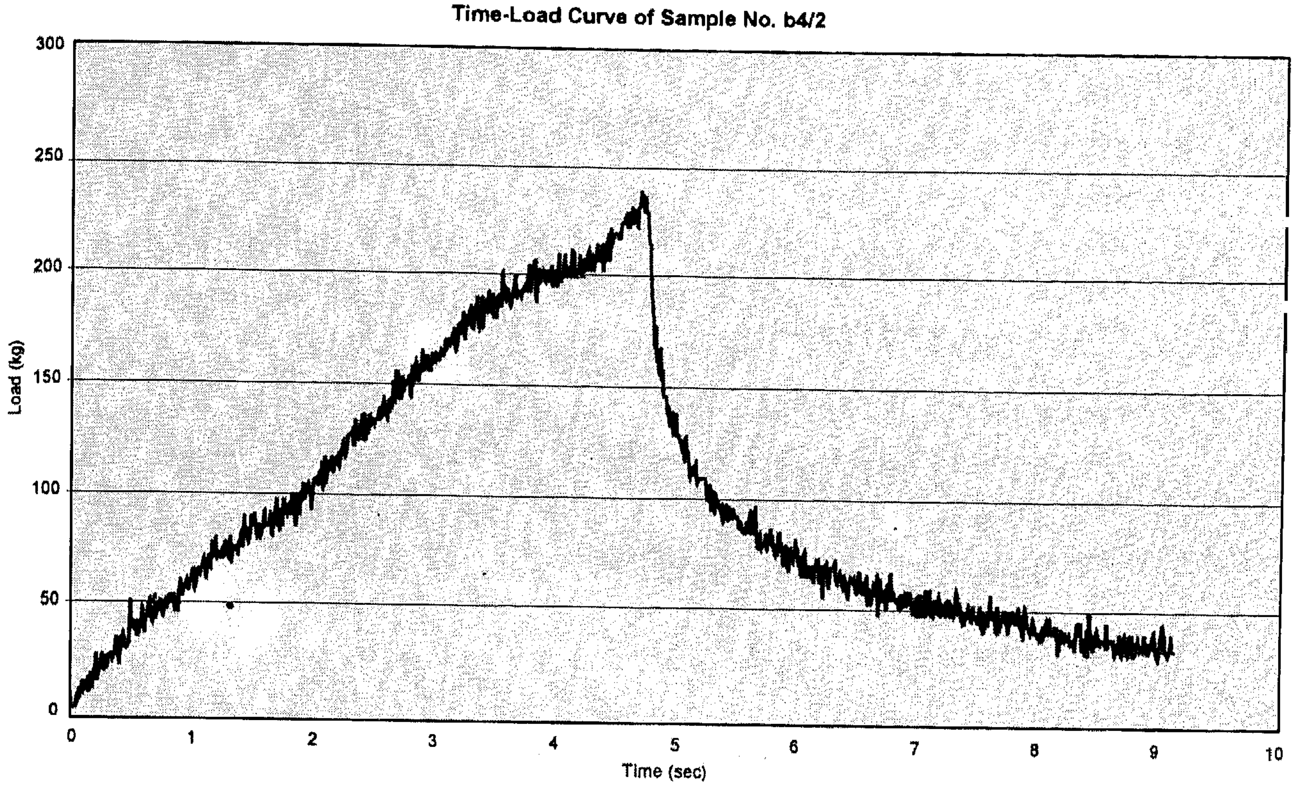
شكل رقم (٥٢)

يوضح سلوك العينة رقم (١) خلال أختبار قياس قدرة تحمل الضغط ويلاحظ أن العينة انهارت فى فترة زمنية قصيرة مع تذبذبها بين الإرتفاع والانخفاض .



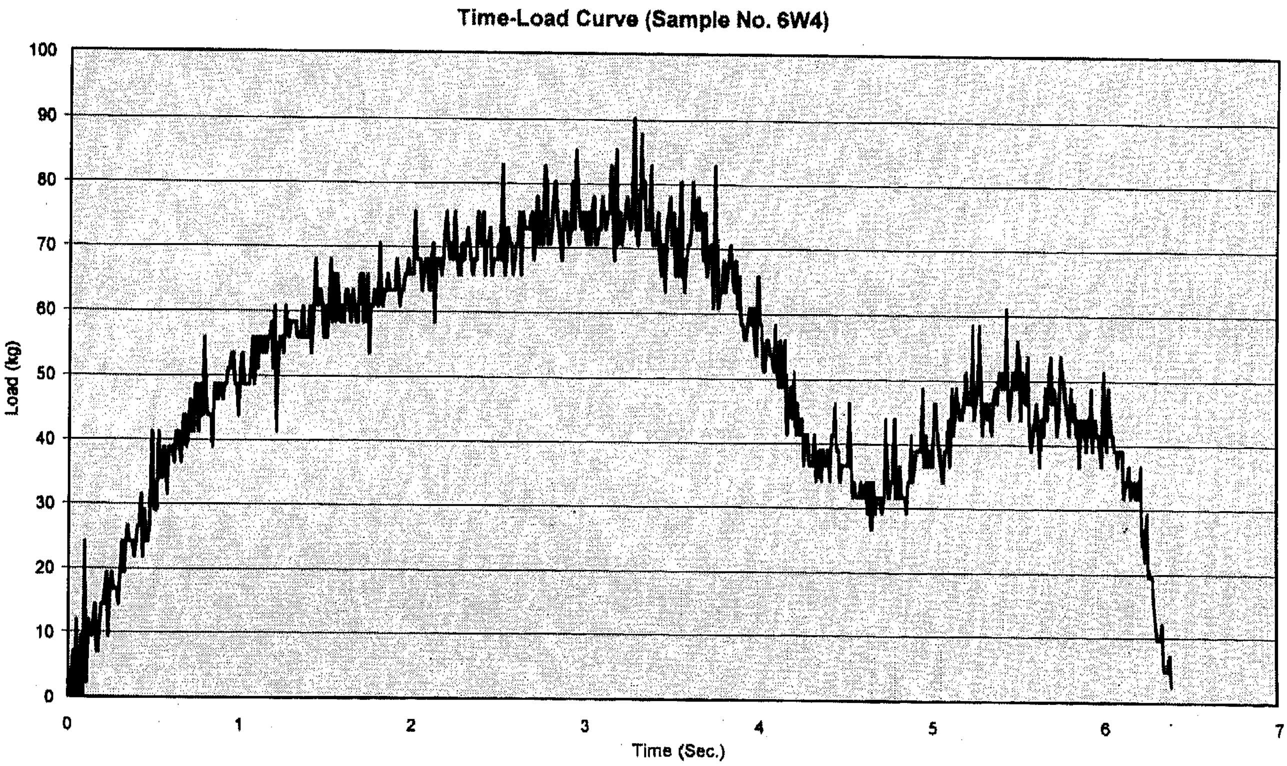
شكل رقم (٥٣)

يوضح سلوك العينة رقم (٢) خلال أختبار قياس قدرة تحمل الضغط ويلاحظ أن القيمة تثبت فى بعض المواضع ثم ترتفع ثانية لتثبت ثم تنهار لتعاود الإرتفاع وربما يرجع ذلك لقابلية العينة للانضغاط مما يرفع من قيمة تحملها للضغوط بعد انهيار موضعى .



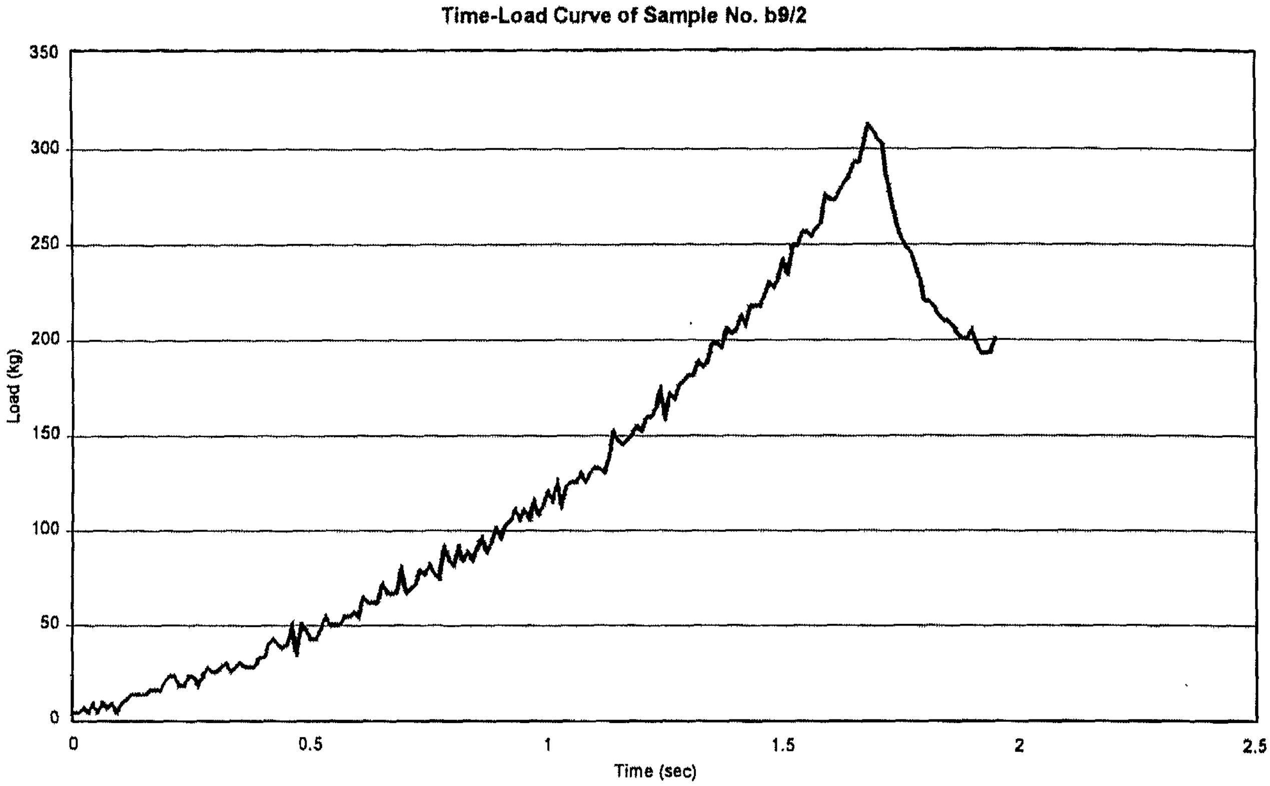
شكل رقم (٥٤)

يوضح سلوك العينة رقم (٤) خلال أختبار قياس قدرة تحمل الضغط .



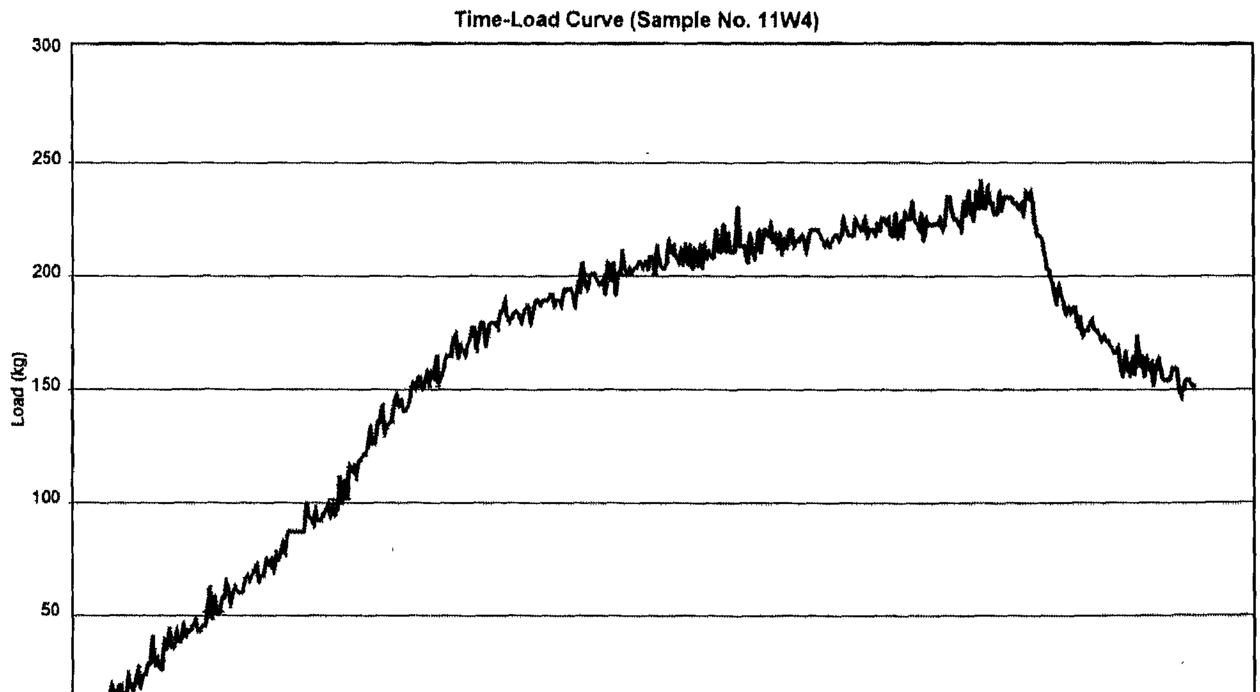
شكل رقم (٥٥)

يوضح سلوك العينة رقم (٦) خلال أختبار قياس قدرة تحمل الضغط ويلاحظ أن العينة انهارت ثم عادت وتماسكت قبل أن تنهار ثانيًا .



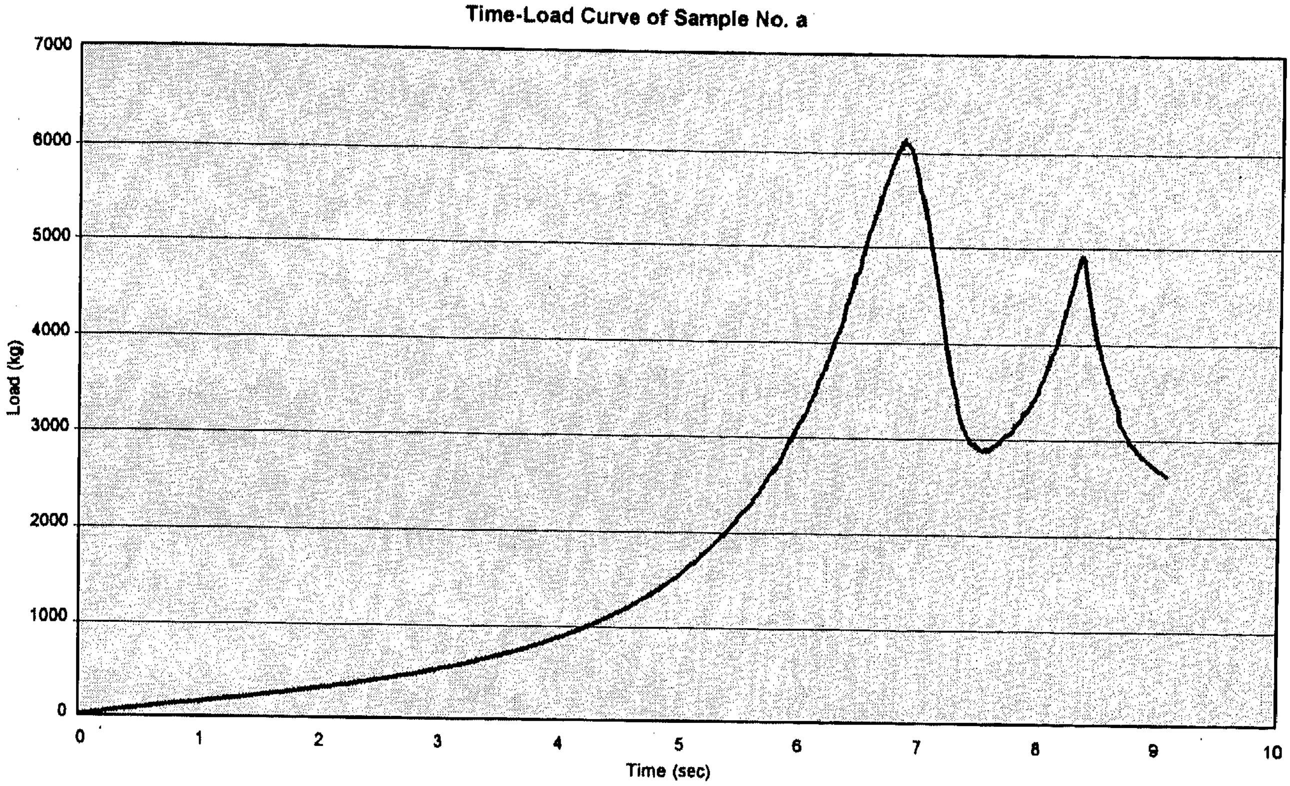
شكل رقم (٥٦)

يوضح سلوك العينة رقم (٩) خلال أختبار قياس قدرة تحمل الضغط ويلاحظ الإرتفاع والانخفاض المتقارب فى المنحنى بسبب قابلية العينة للانضغاط حيث عند وصولها إلى أعلى انضغاط انهارت .



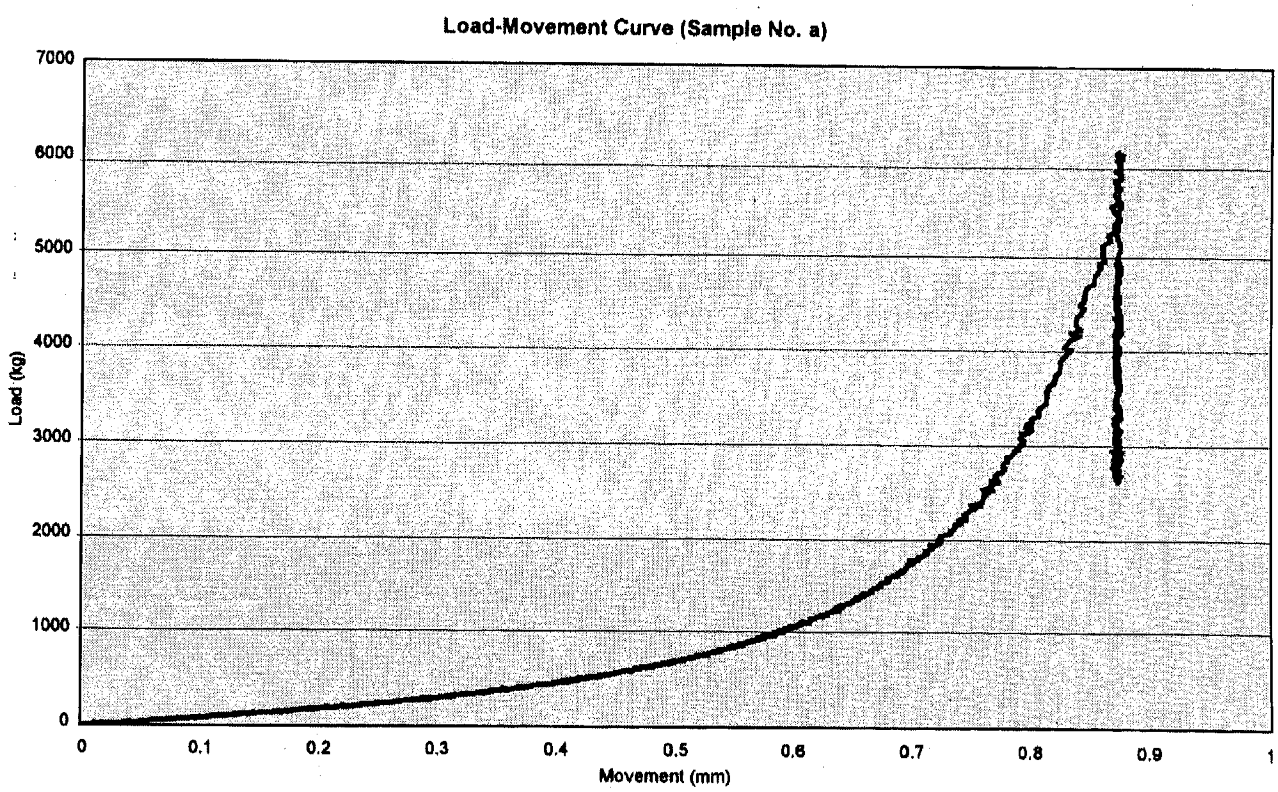
شكل رقم (٥٧)

يوضح سلوك العينة رقم (١١) خلال أختبار قياس قدرة تحمل الضغط ويلاحظ أن العينة استغرقت وقت أطول للانهيار بالمقارنة بالعينات الأخرى ثم عادت للتماسك والانهيار بصورة بطيئة، ويرجع ذلك إلى قدرتها على الانضغاط .



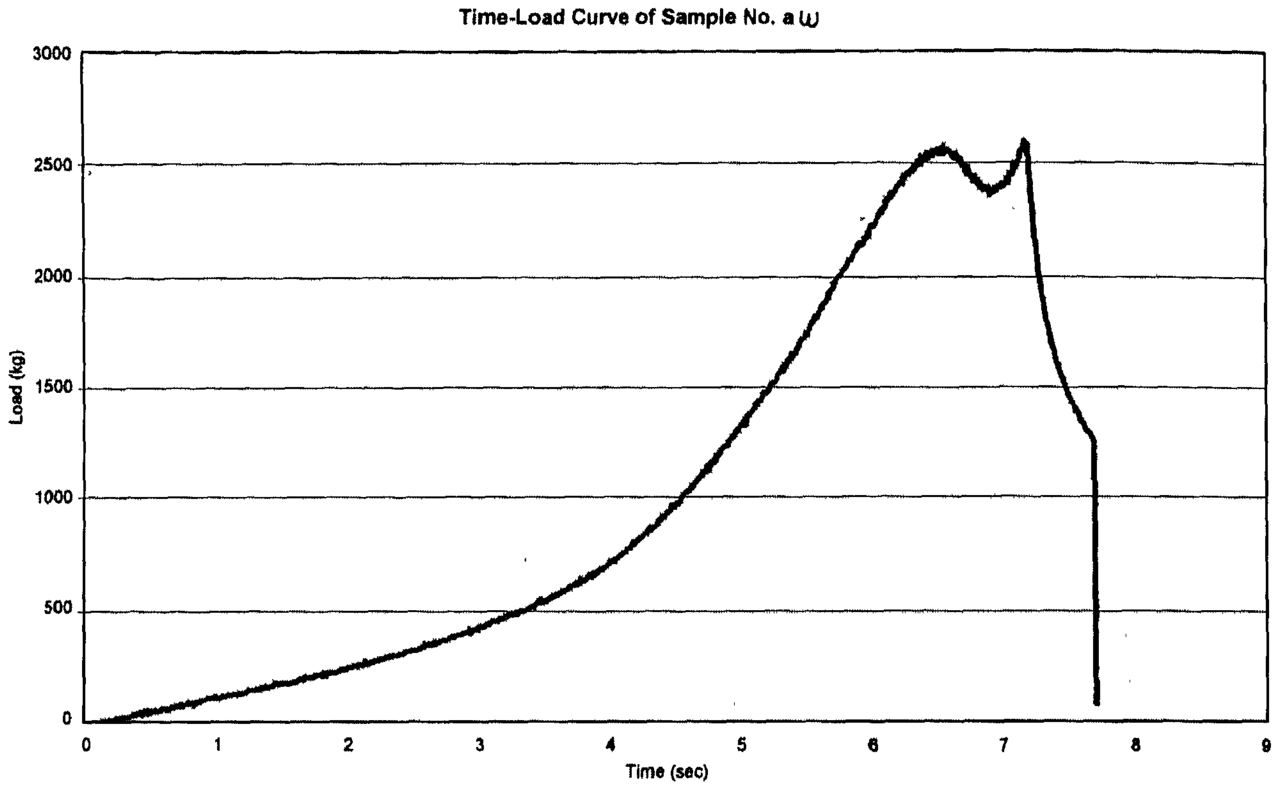
شكل رقم (٥٨- أ)

يوضح سلوك العينة رقم (١٦) خلال أختبار قياس قدرة تحمل الضغط .



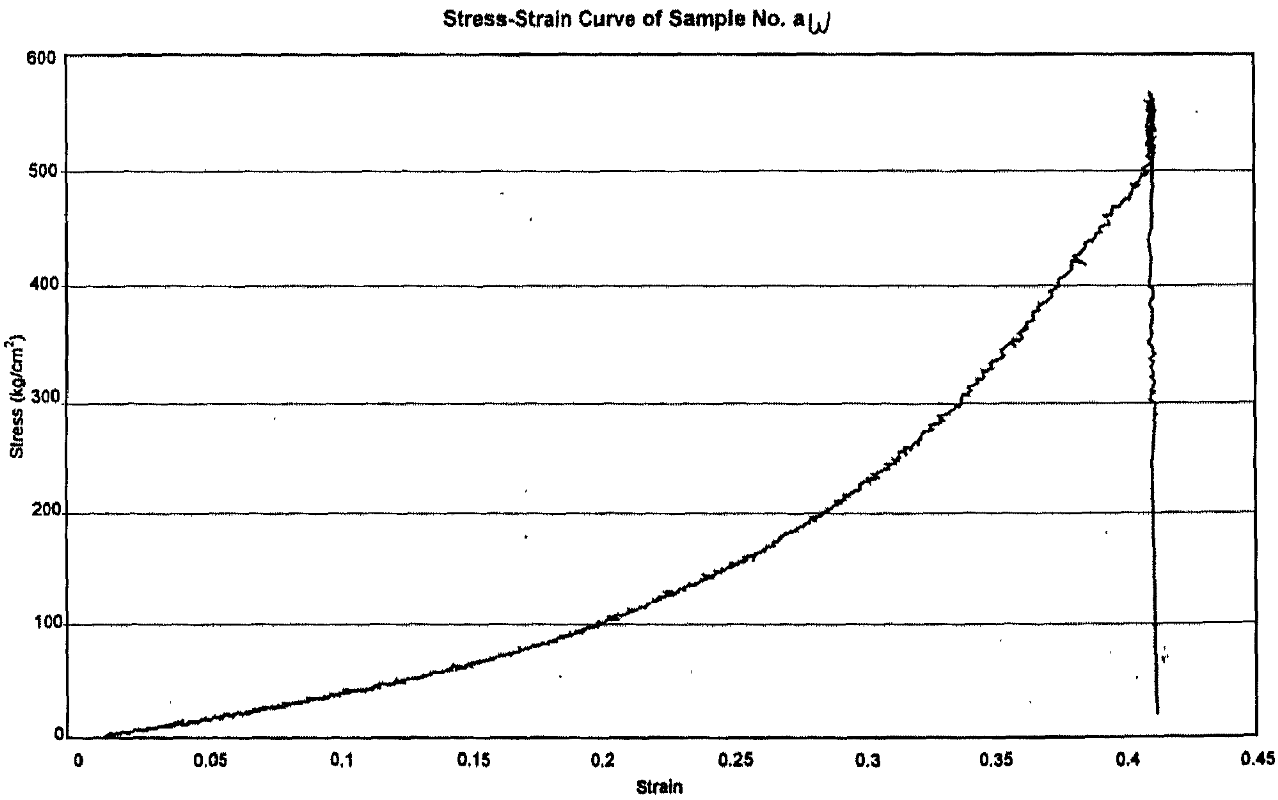
شكل رقم (٥٨- ب)

يوضح حركة انهيار العينة رقم (١٦) خلال أختبار قياس قدرة تحمل الضغط .



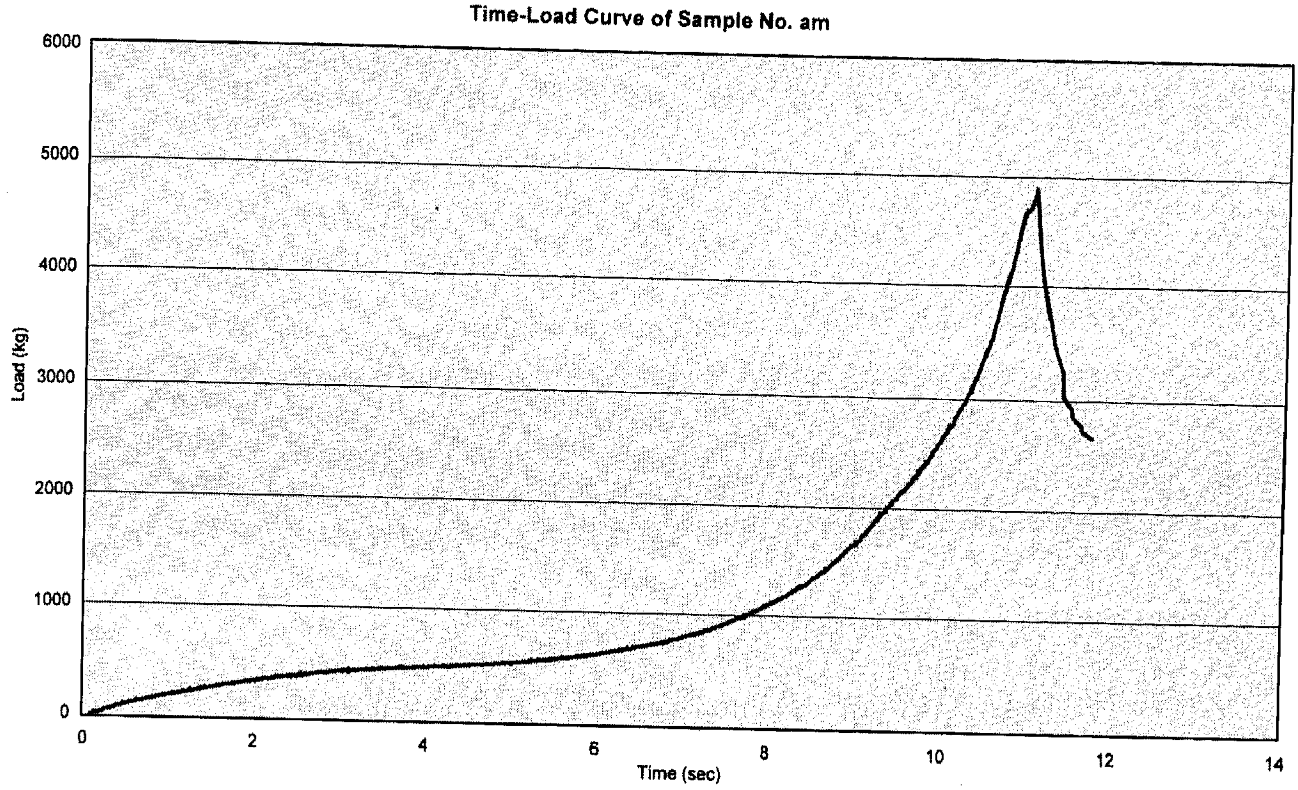
شكل رقم (٥٩ - أ)

يوضح سلوك العينة رقم (١٧) خلال أختبار قياس قدرة تحمل الضغط .



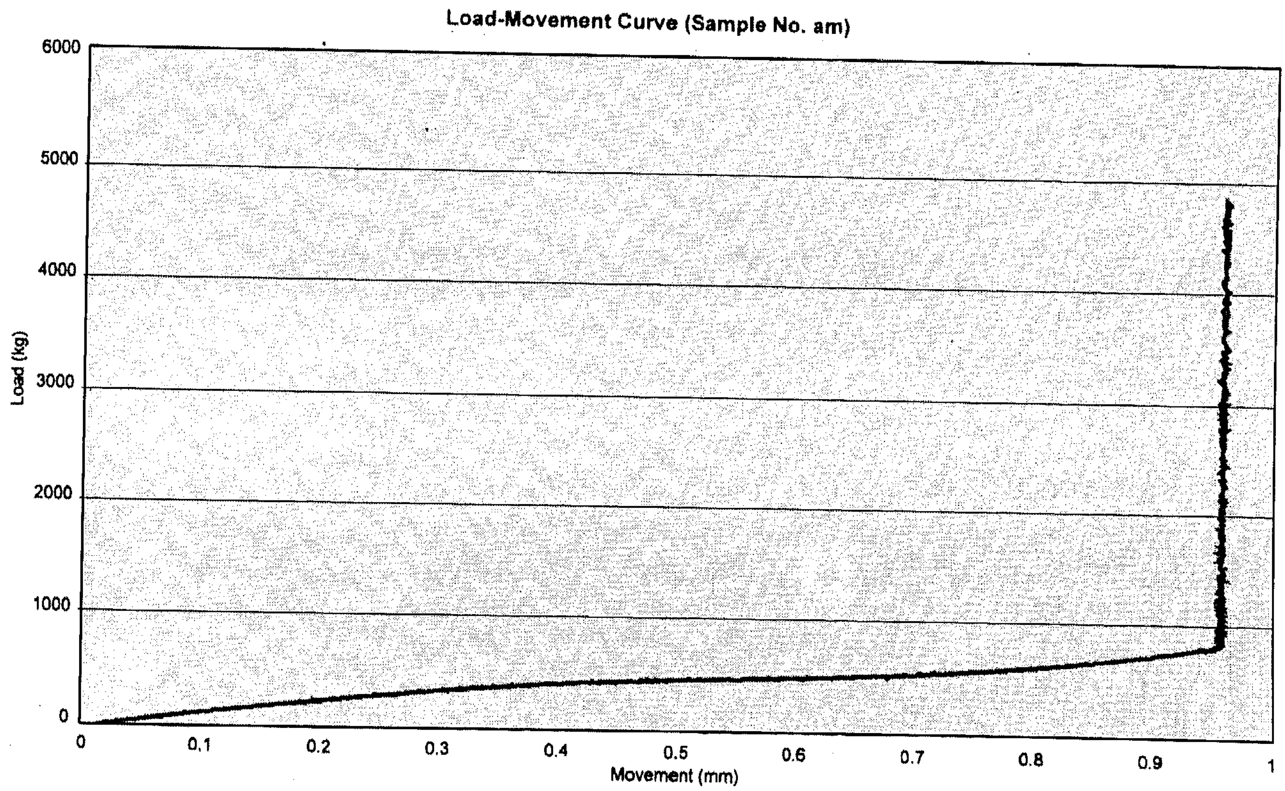
شكل رقم (٥٩ - ب)

يوضح حركة انهيار العينة رقم (١٧) خلال أختبار قياس قدرة تحمل الضغط .



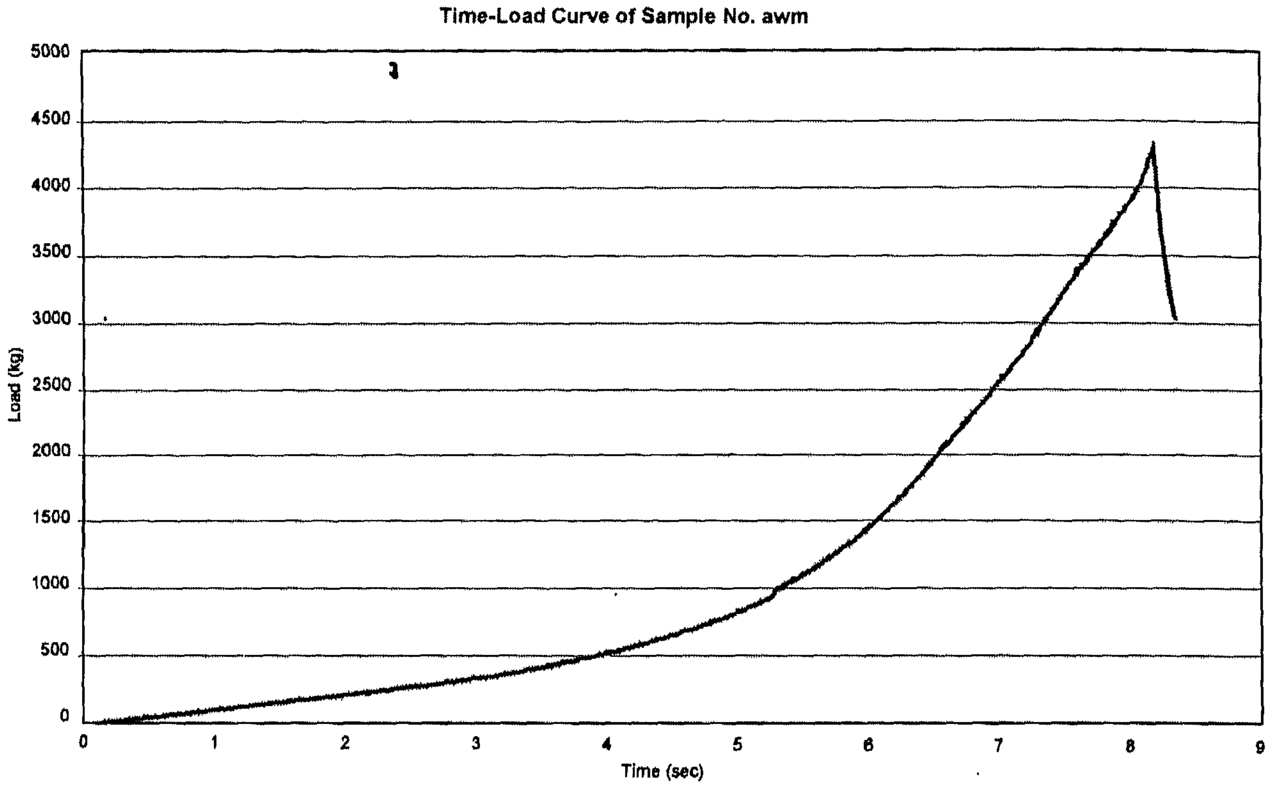
شكل رقم (٦٠ - أ)

يوضح سلوك العينة رقم (١٨) خلال أختبار قياس قدرة تحمل الضغط .



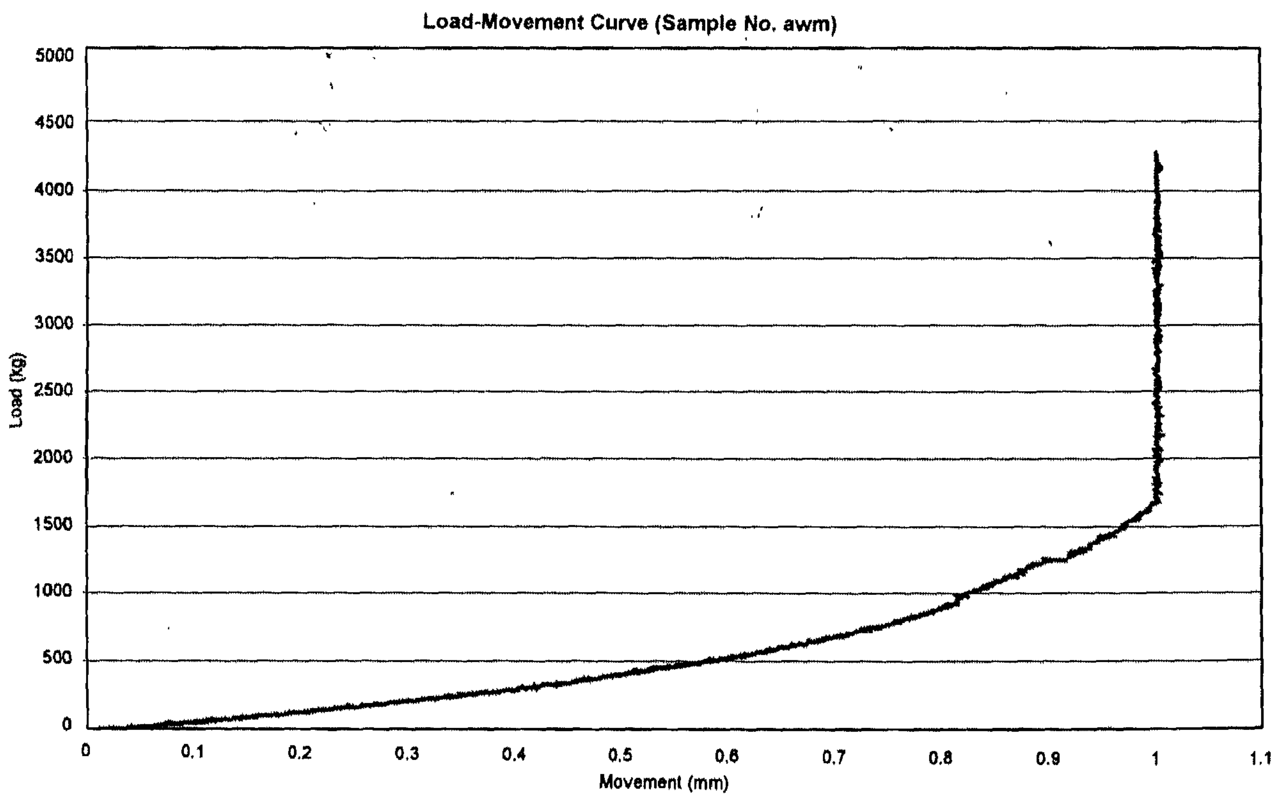
شكل رقم (٦٠- ب)

يوضح حركة انهيار العينة رقم (١٨) خلال أختبار قياس قدرة تحمل الضغط .



شكل رقم (٦١-أ)

يوضح سلوك العينة رقم (١٩) خلال أختبار قياس قدرة تحمل الضغط .



شكل رقم (٦١- ب)

يوضح حركة انهيار العينة رقم (١٩) خلال أختبار قياس قدرة تحمل الضغط .

٣- أختبارات قياس قوى الشد :

تعتبر قوى الشد عامل هام فى تحديد مدى كفاءة المواد والمخاليط المالئة ، خاصة عند تثبيتها بصورة قوية داخل الفراغات الموجودة بالأخشاب ،إذ فى حالة تعرض هذه الأخشاب للإنكماش بسبب تغير ظروف الرطوبة المحيطة فإنها تقع تحت تأثير قوى شد تختلف حسب حركة الخشب وفى حالة إستخدام مخاليط مالئة ذات قوى شد عالية فإن ذلك يؤدى إلى تعرض الأخشاب بالمنطقة المحيطة إلى العديد من الأضرار لذا يفضل إستخدام مواد مالئة ذات قوى شد أقل عن الخشب المحيط بها حتى تتعرض للإنهيار قبل تعرض الخشب لأى ضرر ٠

ولقد تم فى هذا الأختبار قياس قوى الشد غير المباشر لعينات المواد والمخاليط المالئة عن طريق تعريض عينة ذات شكل أسطوانى لضغط عمودى عليها فى الوضع الأفقى مما يؤدى إلى حدوث قوى شد على المستوى المحورى الماربالمركز العمودى على إتجاه التحميل بكلاً من جانبى العينة وذلك حتى بداية مظاهر الإنهيار ٠ ويتم حساب قوى الشد غير المباشر للعينات بالتعويض فى القانون التالى :

قوى الشد الإنفعالية Splitting Tensils [TS] = $\frac{2P}{\prod DL}$ كيلو جرام / سم^2

حيث P = أقصى حمل عند بداية الإنهيار .

D = قطر العينة . L = طول العينة .

∏ = رقم ثابت قيمتة ٣,١٤ .

ولإجراء هذا الإختبار تم صب عينات المخاليط المختارة داخل قوالب أسطوانية مصنوعة من رقائق الألومنيوم الطرى بحيث تكون نسبة القطر إلى الطول ٢:١ ، ثم ثبتت على قاعده مشكلة من البلاستوين الطرى بحيث يتداخل جزء من طول الأسطوانة بالقاعدة لمنع تسرب مكونات الخليط إلى خارج حدود القالب [صورة رقم(١٥٩)]٠ وقد روعى ترك العينات بالقالب لمدة ٣ أيام قبل إخراجها ، ثم من يومين إلى أربعة أيام معرضة للجو الخارجى وذلك للتأكد من جفافها وتصلبها بصورة كاملة ٠ وقد تم وضع هذة العينات فى الوضع الأفقى ٨بين قرص الضغط بجهاز الضغط الهيدروليكى السابق مع تعريضها للأحمال بصورة بطيئة متدرجة مع الملاحظة الشديدة لتسجيل القراءات عند ظهور مظاهر الإنهيار [صورة رقم(١٦٠)] ٠

٤- سلوك عينات المواد والمخاليط المالئة أثناء أختبارات قياس قوى الشد غير المباشر :

- أنهيار العينات فى هذه التجارب أخذ المظاهر التالية [صور رقم(١٦١أ ب ج د هـ و)] :
  - الأنضغاط بحيث أصبح قطاع العينة الأسطوانى ، ذو شكل شبة بيضاوى .
  - ظهور شروخ طولية أو مائلة معظمها عميق فى مركز العينات بينما الطبقة السطحية تظل
    متماسكة فى معظم العينات ٠
  - أنفصال بعض العينات إلى نصفين بخط إتصال مائل عند زيادة الضغط .

- عينات خشب البلسا لم تتعرض لظهور أى شروخ بالرغم من إنضغاطها أكثر من العينات الأخرى ٠

- تفاوت مقدار الإنضغاط بين العينات وفى العينة الواحدة قبل ظهور أول مظاهر الإنهيار ٠

- مخاليط الأيبوكس أعطت أعلى قيمة لمقاومة الشد الأنفعالى مع قابليتها للأرتداد إلى أبعادها الأصلية بعد رفع الضغوط الواقعة عليها [صور رقم(١٦٢أ ب ج د)]، يليها العينة رقم (٩) ثم العينتان رقما (١) ،(٦) فالعينة رقم (٤) ، ٢h) ثم العينة رقم (١) بينما أعطت العينة رقم (٣) أقل قيمة ٠

أختبارات قياس أجهاد الأنحناء :

تتعرض المخاليط المالئة فى العديد من الحالات إلى قوى تؤدى إلى إنحناء سطحها خاصة عند تعرض الخشب للإنكماش مما يؤدى إلى تعرض الطبقة السطحية للأجزاء المستكملة إلى قوى شد أكثر من الأجزاء الداخلية مؤدياً إلى تدهورها ٠ وفى حالة المخاليط ذات معامل الإنحناء المعتدل فإن ذلك يحافظ على وجودها بالخشب بسبب أمكانية تعاملها مع الحركات البسيطة للخشب بدون أن تتعرض للتدهور فيما عدا تغير شكلها بمقدار قوى إنحنائها التى تعتمد على مدى مرونتها وبالتالى قابليتها للشد ٠

ولإجراء هذا الأختبار تم إعداد العينات على شكل مكعبات (١سم٣) مثبتة بين طرفى ساقين من خشب صلب ذى ألياف مستقيمة بحيث تكون الألياف فى وضع أفقى مع العينة (١×١×٣ سم) ،مع مراعاة قوة وكفاءة خطوط اللحام بين العينة والخشب حتى لاتتعرض للإنفصال أثناء الإختبار وذلك بطلاء خطوط اللحام ببارالويد B72 تركيز ١٥% فى الأسيتون مضافاً إلية قليل من الميكروبالون لملئ أية فراغات قد توجد مع مراعاة تخشين خطوط اللحام قبل اللصق . وقد إستخدم جهاز الضغط الهيدروليكى فى هذا الإختبار بعد إضافة وحده من المعدن عبارة عن لوحين مربعين من الصلب مثبت بين أركانها الأربعة أعمدة مستديرة القطاع ، وقد تم تثبيت طرفى العينة على ساقين من المعدن مستديرى القطاع مستقرين داخل تجويف نصف دائرى باللوح المعدنى السفلى بينما يستقر فوق وسط مكعب العينة ساق آخرى من المعدن تشبة الساقين السابقين يستقر سطحها العلوى داخل فراغ نصف دائرى فى اللوح المربع العلوى، وقد تم وضع المجموعة كلها بين قرص جهاز الضغط [صورة رقم(١٦٣)] حيث عند تشغيل الجهاز يقع ضغط من أعلى إلى أسفل على الساق الموجودة أعلى وسط سطح العينة بينما يقع ضغط من أسفل إلى أعلى على الساقين المثبت عليهما طرفى العينة ٠ وينتج عن هذه الضغوط تعرض الجزء الأوسط من وحدة الإختبار إلى قوى تؤدى إلى إنحنائة ٠ حيث يتم حساب مقدار هذه القوى عند نقطة الإنهيار والتى تكون عند تعرض العينة للكسر بالتعويض فى القانون التالى :

$$\text{قوة الإنحناء} = \frac{3\,FL}{2\,ba^2} \quad \text{كيلو جرام / سم}^2$$

حيث a = سمك العينة . b= عرض العينة .

L = المسافة بين الساقين المعدن المثبتين أسفل طرفى العينة وهو رقم ثابت فى كل التجارب قيمتة ٣,٦ سم .

F = الحمل .

٦- سلوك عينات المواد والمخاليط المالئة أثناء إختبارات قياس قوى الإنحناء :

- تعامل العينات مع قوى الضغوط الواقعة عليها فى هذا الإختبار إتخذ عدة أشكال من أهمها [صور رقم(من ١٦٣ حتى ١٦٨)] :

* الإنفصال عند خط إتصال العينة بالساق الخشبية مما يدل على أن خط الإتصال ضعيف أو أن تحملة للضغوط أقل من العينة ٠
* حدوث إنفاصل جزئى فى العينة وجزئى عند خط اللحام ويرجع ذلك إما إلى أن تحمل خط اللحام فى هذه الحالة للضغوط يتقارب مع العينة أو إلى وجودعيب فى الجزء المنفصل من خط اللحام ٠
* تعرض بعض العينات إلى الكسر بصورة مفاجئة ويرجع ذلك إلى الصلابة العالية للعينة مما أدى إلى إنهيارها بصورة مباشرة ٠
* حدوث شرخ فى منتصف بعض العينات أدى إلى إنفصالها بصورة تدريجية مما يدل على أن العينة ذات مرونة معتدلة[صورة رقم(١٦٣ج)]٠
* تعرض بعض العينات للإنحناء بصورة كبيرة بدون التعرض للكسر [صورة رقم(١٦٦)] .

- عند تعرض مخاليط الإيبوكس والميكروبالون ومسحوق الخشب بنسبة (٤:١:١) إلى ضغط قوى إنحناء يبلغ(٣٢١ كجم / سم^{٢}) تعرضت للإنحناء بصورة كبيرة بدون حدوث أى مظهر من مظاهر الإنهيارالأخرى، وبعد إزالة الضغط الواقع على العينات عادت إلى حالتها الأولى من حيث الشكل والأبعاد ٠ وعند إعادة نفس التجربة على نفس الخليط ولكن بنسبة (٢:١:١) قبل الإنحناء ثم تعرض للكسر عند حمل ٢٠٠ كجم / سم^{٢}[صور رقم(١٦٧أ ب)]٠

- عينة خشب البلسا المثبتة بين طرفى الساقين الخشبيين لم تصلح لإجراء هذا الأختبار عند توقيع الحمل فى الإتجاه العمودى على الألياف بسبب الأرتفاع الكبير لمعدل مقاومتها لضغط قوى الإنحناء بالنسبة إلى خط اللحام مما عرضة للإنفصال (أنفصل عند ٢٥ كجم / سم ^{٢}) [صورة رقم(١٦٤)] مما إستدعى إجراء هذا الأختبار على ساق كاملة من خشب البلسا (١×١×٧ سم) والتى عند تعرضها للضغوط العمودية على إتجاة الألياف أنحنت بشدة حتى ظهرت أول مظاهر الإنهيار على شكل شرخ عرضى غير منتظم فى الطبقة السطحية للسطح السفلى للعينة وذلك عند حوالى ١٤١ كجم / سم ^{٢} وعند رفع الضغط عنها تعرضت للإرتداد جزئيا [صور رقم(١٦٥أ ب ج)]٠

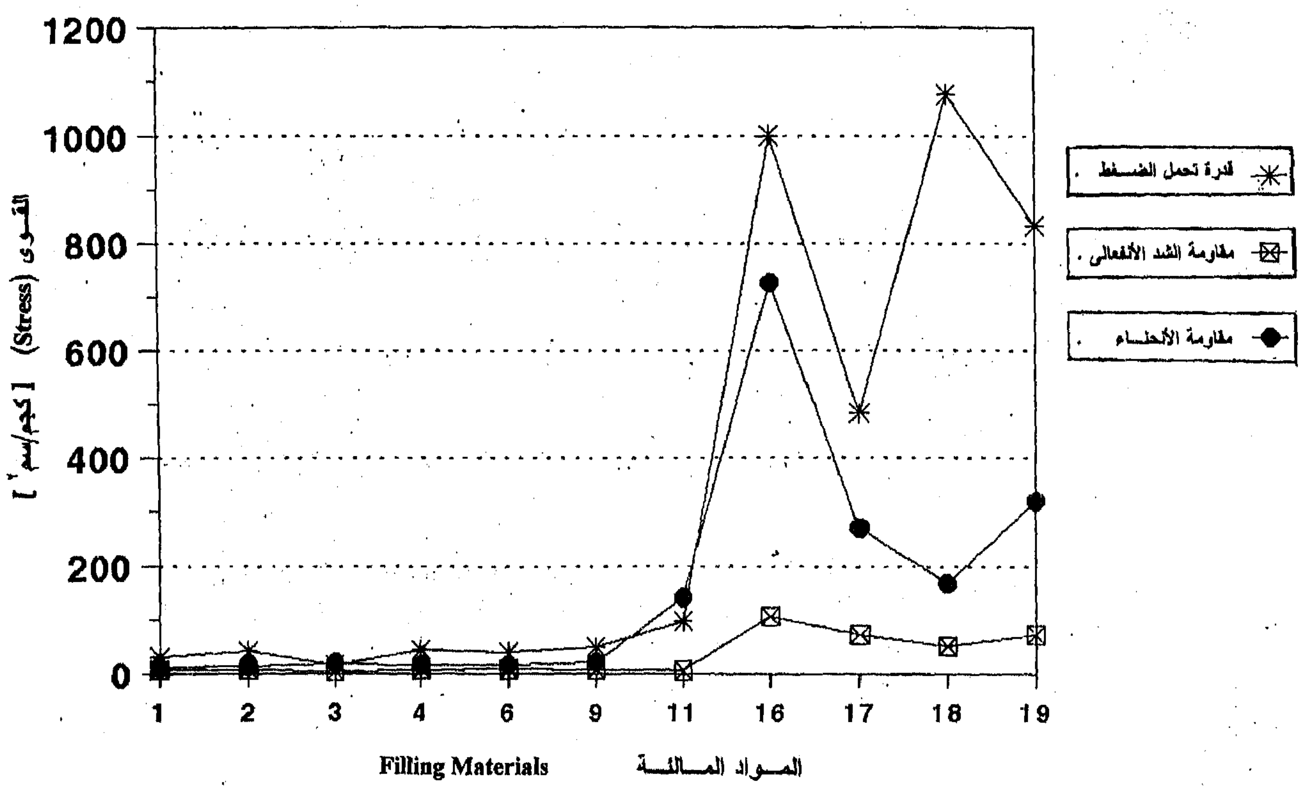
- عند إجراء الأختبار على عينة خشب البلسا المثبتة بين الساقين الخشبين مع توقيع الضغط فى إتجاة الألياف إنفصلت العينة عند حوالى المنتصف بصورة سريعة وذلك عند حوالى ١,٥كجم/ سم^{٢} [صور رقم(١٦٤أ ب)] .

- أعلى المخاليط مقاومة للإنحناء هى مخاليط الأيبوكس بمفردها والتى تقل مع زيادة نسبة المواد المالئة يليها العينة رقم (٩) ، (٤) ثم العينة رقم (٦) فالعينات (٣) ، (١) والعينة (٢) التى تعتبر أقلهم فى القيمة

والنتائج التى توصل إليها فى هذه الأختبارات أختلفت فى القيمة وذلك فى حالة تغير نسب وجود المواد المالئة المستخدمة أو فى حالة إختلاف الوسيط اللاصق أو نسبة التركيز

المستخدمه أو بسبب تغير ظروف إجراء التجربة، لذا فقد تطلب الأمر إجراء عدد كبيــر مــن التجارب ليمكن إستبعاد النتائج العالية أو المنخفضة بصورة ملحوظة مع الوضع فى الأعتبــار أن عدد وحدات العينات المتجانسة يتروح بين ثلاثة إلى خمسة ، أما فى حالة المــواد غيــر المتجانسة بصورة مؤكدة فتم زيادة عدد الوحدات التى أجريت عليها الأختبارات مــع مراعــاة توحيد جميع المواصفات والظروف بين العينات بقدر الأمكان .

والجدول رقم (١٧) يوضح النتائج النهائية لإختبارات تحديد الخــواص الميكانيكيــة للمــواد والمخاليط المالئة المختارة التى تستخدم فى عمليات التدعيم والأستعاضة [شكل رقم(٦٢)] .



شكل رقم(٦٢): رسم بيانى يوضح العلاقة بين متوسط تحمل المواد والمخاليط المالئة المختارة للنوعيات المختلفة من الضغوط.

الجدول رقم (١٧) يوضح النتائج النهائية لاختبارات تحديد الخواص الميكانيكية للمواد والمخاليط المالئة

رقم العينة	مكونات العينة	وزن ١سم٣ من العينة جم	قدرة تحمل الضغط كجم/سم٢		نسبة التغير في الارتفاع %	مقاومة الشد الانفعالي كجم / سم٢		مقاومة الانحناء كجم/سم٢
			العينة بمفردها	العينة داخل الخشب		عند بداية الانهيار	عند الانهيار	
١	B72 \M	٠,٣	٣١	٥١	٢٧%	٦,٤	٨,٣١	٩,٦
			٣١	٤٨	١٨%	٨	٨,٤٧	٩,٦
			٢٩	٤٦	٢٥%	١,٩٥	٣,٢٥	١٢,٧
			٢٩		١٧%			١٤,٢
٢	B48\M	٠,٣	٤٧	٧٤	١٦%	٤,٤٢	٧,٢٦	١٩,٣
			٣٧	٦٠	١٨%	٤,٣٢	٤,٣٢	٧,٧
			٤٠	٥٦	١٨%	٧,٨٧	٧,٨٧	١٤,٨
				٤٣				١٠,٧
٣	B72\W\M	٠,٤٢	١٩	٢٥	١٨%			٢٩
			٢١	٣٢	٢٠%			١٢,٤٢
			١٦	٢٦	١٨%	٥,١٨	٥,٧١	١٧٠٩٨
			١١	٢٢	٩%	٤,٧٥	٤,٧٥	
			١٤	٢٢	٨%			
٤	معجون خشب جاهز	٠,٧	٤٣	٣١	٨%	٧,٥٢	٧,٥٢	١٠,٦
			٥٩	٣٩	٣٠%	٧,٥٤	٧,٥٤	٢٣
			٤١	٣٣	٢١%			١٨
			٤٣		٢٥%			
			٤٠		١٥%			
٦	B72\T\W	١,٠	٣٦	٤٢	٨%			١٤,٨٦
			٤٢,٩	٤٠	١٥%	٧	٧,٥٢	١٧,٤٨
			٤٧	٤٢	٢٠%	٧,٥٢	٨,٧٧	١٥,٩
			٣٠	٣٣	٧%			
٩	عجينة ورق	٠,٧	٤٣	٣٢	٤٢%	٠,٧٧	٠,٧٧	
			٥٣	٤٠	٤٥%	٦,٧٢	٩,٨٧	٢٥,٣٨
			٦٦	٤١	٥٤%	٧,٢٧	٩,٦٧	١٨,٦
			٣٥	٢٩	٣٨%	٠,٧٧	١,٥٤	
١١	خشب البلسا	٠,١						
	ضغط عمودي		٣٩	٤٨	من ٨٠% إلى ٦٣%	٢	٤,٣٨	
	على الألياف		٧٤	٤٩	من ٨٠% إلى ٦٠%	٢,٥	٤,٣٨	
			١٠٤	٥١	من ٨٠% إلى ٦٠%	٣	٨,٣٤	
			١٤٢		من ٩٠% إلى ٨٠%			
			١٢٩		من ٩٠% إلى ٨٠%			
			٧١٤		من ٩٠% إلى ٨٠%	٣	٢٥	١٤١
	الضغط في اتجاه		٣٦		٤٠%			١٢,٨٥
	الألياف		٣٦					١٠,٢٨
١٦	أرالديت Py1092	١,٠	١٢٧٠	الخشب	من ٦٠% إلى ١٥%	٤٧	١٠٧	٥٨٤
	[A]		٧٣٢	أنهار	من ٥٤% إلى ٩%			٨٦٩
١٧	W\A	٠,٩		بينما				
	١:٢		٥٠٠	العينات	من ٤٠% إلى ٤,٥%	٤٩	٧٤	١٥٤
	١:٢		٤٦٨	لم	من ٤٢% إلى ٥,٨%			٣٨٨
	١:١		٣٦٦	تتأثر	٥٨% إلى ١٦,٥%			
١٨	M\A	٠,٧						
	١:٢		١٠٧٦		من ٥٠% إلى ١%	٣٤	٥٢	٢١٢-١٤١
	١:١		٤٧٦		من ٦٢% إلى ١٣%			
١٩	M\W\A	٠,٨						
	١:١:٤		٨٣٣		من ٣٧% إلى ٤,١%	٤١	٧٣	٣٢١
	١:١:٢		٣٤٧		من ٥٨% إلى ١٣%			٢٤١-١٩٣

نتائج الدراسات التجريبية للمخاليط والمواد المالئة :

بناء على الدراسات والأختبارات التى أجريت على مختارات متنوعة من المخاليط والمواد المالئة التى يمكن إستخدامها فى التقوية التدعيمية للأخشاب بغرض التعرف على خواصها الطبيعية والميكانيكية حتى يمكن المفاضلة بينها لأختيار أكثرها مناسبة للإستخدام مع التماثيل الثلاثة المختارة ، تم التوصل إلى العديد من النتائج التى توضح مواصفات هذة المخاليط مع تفسير سلوكها ومدى تأثيرها على الأخشاب على المدى القريب والبعيد وبالتالى تحديد إمكانية إستخدامها . ويمكن تلخيص أهم هذة النتائج فيما يلى:

(١) تنقسم المخاليط والمواد المالئة إلى نوعين رئيسيين يتم إستخدامهم حسب نوع وحالة الخشب المراد إستكمالة والظروف البيئية المحيطة .

<u>الأول :</u> يتضمن مخاليط المواد المالئة ذات معامل الإنضغاط المنخفض وبالتالى معامل ألأنهيار المنخفض مثل الشموع وخليط الميكروبالون / مسحوق الخشب / بارالويد B72، وهذة المخاليط مناسبة للإستخدام مع معظم الأخشاب المتقادمة نظراً لتعرضها للإنهيار قبل تعرض الخشب لأى ضرر .

<u>الثانى :</u> يتضمن مخاليط المواد المالئة ذات قوى الألتصاق العالية ومعامل الأنضغاط العالى مثل مخاليط راتنج الأيبوكسى والمواد المالئة ويمكن إستخدامها مع الأخشاب القوية التى تحفظ فى رطوبة معتدلة الثبات بحيث تكون حركتها خفيفة بقدر الإمكان .

(٢) الأختيار غير الموفق لمخاليط المواد المالئة يمكن أن يسبب العديد من الأضرار للخشب من أهمها :-

- أضرار ميكانيكية تؤدى إلى زيادة أتساع الشروخ والتصدعات الموجودة بالخشب أو ظهور تصدعات جديدة تنتج بسبب ملىء الشروخ بمواد ذات معامل أنضغاط وصلابة عالية وذلك مع الأخشاب التى تكون عرضة لتغيرات فى الرطوبة النسبية إذ فى حالة أرتفاع الرطوبة يقع الخشب تحت تأثير قوى ضغط وحيث أنة لايستطيع التمدد بسبب الصلابة العالية للمواد المالئة المستخدمة وعدم قابليتها للأنضغاط فأنة يلجأ للتخلص من هذة القوى إلى سحق الخلايا أو تعريض الخشب للألتفاف وعند جفاف الخشب المسحوق تنتج قوى شد عالية تسبب ظهور شروخ وتصدعات فى أماكن أخرى من الخشب .

- أضرار طبيعية وكيمائية ينتج عنها :

* الأضرار بطبقة الألوان أوسطح الخشب بسبب أرتفاع حامضية بعض هذة المخاليط بمرور الزمن أو بسبب تأثير نواتج تحللها بفعل التقادم .

* ضرر ينتج عن الحرارة الشديدة التى تتولد عند تصلب بعض المخاليط كالأرالديت .

* ضرر ينتج من تأثير أنتشار المذيب المستخدم فى خليط المواد المالئة بالخشب أثناء التطبيق.

* ضرر ينتج خلال عمليات إزالة مخاليط المواد المالئة القديمة الذى يتوقف على مدى قابلية هذة المخاليط للإزالة .

* ضرر ينتج فى الأخشاب الضعيفة بسبب معامل الأنكماش العالى لبعض هذة المخاليط عند تحولها إلى الحالة الصلبة .

* ضرر ينتج عن قابلية بعض هذة المخاليط للإصابة بالحشرات أو الفطريات .

(٣) عدم صلاحية المخاليط التالية للإستخدام فى حالة الأخشاب المتقادمة وذلك بناء على الدراسات التى أجريت للمفاضلة بين الخواص العامة لها :

* مسحوق الخشب والغراء الأبيض نظرا لقابليتة العالية للإنكماش بجانب مظهر السطح غير الجيد مع صعوبة التشكيل والإزالة .
* مسحوق الخشب والتلك مع الغراء الحيوانى، نظراً لمعدل إنكماشهم المرتفع مع صعوبة التشكيل والأزالة بجانب مظهر السطح غير الجيد والقابلية العالية للغراء لنمو الفطريات وللتأثر بالرطوبة .
* مسحوق الخشب والتلك مع كلوسيل G أو ميثيل السليولوز ، نظراً لقوى اللصق المنخفضة وبالتالى الصلابة وقوى التماسك المنخفضة بجانب مظهر السطح غير الجيد .

(٤) تفاوت عينات المواد والمخاليط المالئة فى زمن الأنهيار عند تعرضها للأنواع المختلفة من الضغوط يرجع إلى خاصية المرونة التى تعتبر من أهم العوامل المسئولة عن طول زمن الأنهيار وقد تكون هذة المرونة من الصفات الأصلية للمعاجين أو مايطلق علية " المرونة الصناعية " التى ترجع إلى عوامل مؤقتة تطرأ بسبب ظروف طارئة سواء فى أسلوب أعداد العينة أو مكوناتها أو أسلوب تطبيقها مثل :

* وجود فراغات هواء بداخل العينة .
* طبيعة الوسيط اللاصق المستخدم مع المخاليط والذى تؤدى مرونتة إلى مرونة العينة بينما فى حالة كونة قصيم فإن ذلك يؤدى إلى أنهيار العينة بصورة مفاجئة .
* أمكانية تداخل جزئيات مكونات العينة لقابليتها للأنضغاط مما يزيد من زمن الأنهيار .

(٥) أختلاف نتائج قياسات القوى الميكانيكية فى عينات مخاليط المواد المالئة ذات المكونات الواحدة يرجع إلى أحد العوامل التالية :

* عدم تجانس العينة بصورة تامة بسبب ميل الوسيط اللاصق للتدفق إلى السطح مما يؤدى إلى أختلاف تعامله مع الضغط الواقع عليها بالمقارنة بالأجزاء الداخلية .
* وجود شروخ دقيقة بقلب العينة مما يؤدى إلى إضعاف قدرتها على تحمل الضغوط
* قلة أو تزايد تداخل وإنضغاط الحبيبات المكونة للعينة بسبب أسلوب التحضير أو التطبيق المستخدم أو بسبب عيوب طبيعية فى العينة مثل وجود مسام واسعة أوحبيبات غير متكونة بشكل جيد .
* أن تكون العينة من المواد ذات الخواص الإتجاهية التى تعطى قياسات مختلفة للأحمال فى الأتجاهات المختلفة .
* أن تكون من العينات الهيجروسكوبية التى تتميز بقدرة على أعطاء أو أمتصاص الماء وبالتالى لابد أن تختبر تحت ظروف متشابهة فى درجات الحرارة والرطوبة.
* إختلاف العينات فى الشكل أو القطاع .
* صقل بعض وحدات العينة بصورة كبيرة مما يؤدى إلى ملىء مسام السطح بالمسحوق الناتج وبالتالى يؤثر على طبيعة السطح فى هذة الوحدات بالمقارنة بالوحدات الأخرى .

(٦) ميكانيكية الأنهيار لعينات المواد والخاليط المالئة تعتمد على طبيعة تكوين مادة العينة وترتيب ذراتها حيث فى حالة وجود بعض نقاط الضعف أو القوة داخل التركيب ينتج عن ذلك تغير فى سلوك الأنهيار فى هذة المواضع مما يؤثر على سلوك

أنهيار العينة بالكامل . وبالتالى فإن الأختلافات والتذبذب فى أشكال منحنيات قياس قوى الضغط لبعض العينات بأسلوب مغاير للمعتاد ترجع إلى حدوث تغيرات فيزيائية فى مادة العينة أثناء الإختبار ينتج عنها تغير فى أتجاة أو شكل الوحدة البنائية ويكون هذا التغير داخليا لايظهر للعيان .

(٧) تعرضت العينات القابلة للإنضغاط مثل عجينة الورق وخشب البلسا للإنضغاط بصورة سريعة تحت تأثير قوى ضغط منخفضة ثم نتيجة لتداخل وأنضغاط مكوناتها أزداد تحملها للقوى الواقعة عليها حتى وصلت لأعلى أنضغاط لها فأصبح الحمل موزعاً على العينة والقرص المعدنى لجهاز الضغط .

(٨) توقفت قيم تحمل مخاليط المواد المالئة المستخدم فيها وسيط لاصق للضغوط المختلفة الواقعة عليها على نوع ونسبة ودرجة تركيز الوسيط المستخدم .

(٩) أختلفت نسب النقص فى أرتفاع عينات المواد والمخاليط المالئة نتيجة لتأثير قوى الضغط الواقعة عليها ، ويرجع ذلك إلى إختلاف طبيعة وتكوين وخصائص هذة المواد

وبالتالى قابليتها للأنضغاط حيث بلغت القيم التالية بدأ بالأعلى :

- خشب البلسا عند وقوع الضغط عمودى على أتجاة الألياف من ٤٥-٩٠% وعند وقوع الضغط فى أتجاة الألياف بلغ ٤٠% .
- مخاليط الأرالديت (PY1092) من ٣٧ إلى ٦٠% حسب نوع ونسب المادة المالئة.
- عجينة الورق من ٣٨ إلى ٥٤% .
- معجون الخشب الجاهز من ٨ إلى ٣٠% .
- ميكروبالون / بارالويد B72 من ١٧ إلى ٢٧ % .
- ميكروبالون / مسحوق خشب / بارالويد B72 من ٨ إلى ٢٠% .
- مسحوق الخشب والتلك / بارالويد B72 من ٧ إلى ٢٠% .
- ميكروبالون / بارالويد B48s من ١٦ إلى ١٨% ويعتبر هذا الخليط أقل المخاليط فى قابلية الأنضغاط ويرجع ذلك إلى الصلابة العالية للبارالويد B48s .

(١٠) بعض المواد والمخاليط المالئة تعرضت للارتداد جزئيا إلى أبعادها الأصلية بعد رفع الضغط الواقع عليها وهو ما يطلق علية اصطلاح Recovery Effect ، وتظهر هذه الخاصية بصورة واضحة فى مخاليط الأرالديت PY1092 التى ارتدت إلى حوالى من ٣٠ إلى ٥٠% من ارتفاعها الأصلى حسب نوع ونسبة تواجد المادة المالئة ونوع الأرالديت المستخدم، يليها خشب البلسا الذى أرتد بنسبة تتراوح من ١٠ إلى ٢٠% عند رفع الضغط الذى يقع على الأتجاة العمودى على الألياف ،ويصاحب هذا الارتداد اختفاء جزء من مظاهر التدهور كالشروخ الدقيقة . وتؤكد هذه الخاصية صلاحية خشب البلسا للاستخدام فى عمليات التقوية التدعيمية لأمكانة التعامل مع الحركات الطبيعية المعتدلة للخشب عند التعرض لتغيرات الرطوبة النسبية. كما أنها يمكن أن تمثل نفس القيمة بالنسبة إلى مخاليط الأرالديت ألا أن الأمر فى هذه الحالة يحتاج إلى إجراء المزيد من التجارب للتوصل إلى خليط تتوفر فيه المواصفات المطلوبة .

(١١) الخواص الأتجاهية تلعب دوراً كبيرا فى مقدار ماتتحملة الأخشاب من ضغوط ، حيث أثبتت التجارب أن خشب البلسا يتحمل ضغوطاً فى الأتجاة العمودى على الألياف يبلغ ثلاثة أضعاف مايتحملة فى أتجاة الألياف ، بينما تبلغ مقاومة الانحناء فى الأتجاة العمودى على الألياف أكثر من عشرة أضعاف أتجاة الألياف . وتختلف هذه النسب حسب نوع وموضع قطع الخشب المستخدم من الشجرة الأم (مماس – قطرى)

(١٢) أخف عينات المواد والمخاليط المالئة فى الوزن هى خشب البلسا يليها مخاليط الميكروبالون ثم عجينة الورق ومعجون الخشب الجاهز يليهم مخاليط الأرالديت التى أختلف فى الوزن حسب نوع ونسبة وتواجد المادة المالئة . أما اثقل المعاجين فى الوزن فهو خليط مسحوق الخشب والتلك مع بارالويد B72 .

(١٣) بناء على القياسات التى تم التوصل أليها فى هذه الدراسة تم ترتيب المواد والمخاليط المالئة المختبرة والتى تستخدم فى عمليات التقوية التدعيمية للخشب بدأ بالأعلى فى القيمة كما يلى :-

أ- تحمل قوى الضغط :

١- الأرالديت (PY1092) .
٢- أرالديت / ميكروبالون
٣- أرالديت / ميكروبالون / مسحوق خشب .
٤- أرالديت / مسحوق خشب .
٥-خشب البلسا فى الأتجاة العمودى على الألياف
٦- معجون الخشب الجاهز .
٧ – عجينة الورق .
٨-مسحوق خشب/تلك /بارالويد B72
٩ – ميكروبالون / بارالويد B48s .
١٠- ميكروبالون / بارالويد B72 .
١١ – ميكروبالون / مسحوق خشب / بارالويد B72 .

ب- قوى الشد غير المباشر :

١- أرالديت (PY1092) .
٢- أرالديت / ميكروبالون
٣- أرالديت / ميكروبالون / مسحوق خشب .
٤- أرالديت / مسحوق خشب .
٥- عجينة ورق .
٦- ميكروبالون / بارالويد B72 .
٧- مسحوق خشب / تلك / بارالويد B72 .
٨- معجون خشب جاهز .
٩- ميكروبالون / بارالويد B48s .
١٠- خشب البلسا .
١١- ميكروبالون / مسحوق خشب / بارالويد B72 .

جـ – قوى مقاومة الانحناء :

١- أرالديت (PY1092) .
٢- أرالديت / مسحوق خشب.
٣- أرالديت / ميكروبالون / مسحوق خشب .
٤- أرالديت / ميكروبالون .
٥- خشب البلسا فى الأتجاة العمودى على الألياف .
٦- عجينة الورق .
٧- معجون خشب جاهز .
٨- مسحوق خشب/تلك/بارالويد B72
٩- ميكروبالون / مسحوق خشب / بارالويد B72 .
١٠- ميكروبالون / بارالويد B72 .
١١- ميكروبالون / بارالويد B48

وبدراسة القياسات السابقة التى تمثل قيم تحمل المواد والمخاليط المالئة للضغوط المختلفة بجانب دراسة سلوك هذة المخاليط أثناء التجارب أمكن تحديد أمكانية الإستخدام لكل منها حيث:-

١- مخاليط الأرالديت تستبعد من الإستخدام مع الأخشاب خاصة التى تحفظ فى أماكن متغيرة الرطوبة ويرجع ذلك إلى صلابتها العالية وأرتفاع قيم تحملها للأنواع المختلفة من الضغوط بجانب عدم عكسية الإستخدام . الإ أنة فى بعض الحالات الأستثنائية يمكن إستخدام هذة المخاليط خاصة مع الآثار كبيرة الحجم التى تتميز بالصلابة العالية مما يتطلب إستخدام مادة صلبة لها قدرة عالية على تحمل الضغوط لاتتعرض للإنكماش وتتميز بالقدرة على البقاء ، وفى هذة الحالة وبناء على التجارب التى أجريت يراعى التالى للحصول على خليط مناسب للأستخدام مع الأخشاب:

- إضافة مادة خاملة للإرالديت مثل الميكروبالون ،لتخفيض قيم قوى تحملة للضغوط والتى تزداد فى الأنخفاض كلما زادت نسب هذة المادة المضافة بحيث تصبح اقل عن الخشب المراد أستكمالة ، كما أنها تؤدى إلى تقليل اللزوجة وقوى الألتصاق، بجانب تأثيرها الفعال فى تخفيض الحرارة الناتجة عند التصلب وزيادة معامل الأنحناء.
- أستخدام أحد أنواع الأيبوكسى ذات اللزوجة المنخفضة لكى يسمح بأضافة نسبة كبيرة من المادة الخاملة لنحصل على خليط خفيف الوزن يمكن تشكيلة وتلوينة بسهولة ،لا يتعرض للتغير فى الأبعاد ،ذو كثافة تتقارب مع الخشب، هذا بجانب تقليل كمية الراتنج الموجودة فى الخليط مما يمنع زحفة الى داخل الخشب وهو فى الحالة السائلة.
- عدم تطبيق خليط الأيبوكسى مباشرة على الخشب نظراً لعدم عكسية الأستخدام، ولتحقيق ذلك يتم عزل الموضع المراد أستكمالة أولاً بمادة مقوية مناسبة مثل بارالويد B ٧٢ وذلك على عدة طبقات،وبعد تمام التصلب تملأ المزانق والأجزاء الغائرة بالخشب بقطع من الأسفنج أو الكاوتش ثم توضع رقائق الألمونيوم المرنة العازلة داخل الفراغ بحيث تأخذ شكلة وتغطى سطح الخشب تماماً، ثم يصب خليط الأيبوكس داخلة على شكل طبقات متتابعة تطبيق كل طبقة بعد تصلب الطبقه السابقة تماماً. وعند تمام الصب والتصلب يتم أستخراج الجزء المصبوب من الفراغ المعزول بسهولة ويتم التخلص من قطع الأسفنج الموجودة بالمزانق ، ثم يثبت الجزء المصبوب المتصلب داخل الفراغ بلأستخدام مادة لاصقة قابلة للأزالة بأحد المزيبات العضوية مع أضافة مادة مالئة مثل الميكروبالون لزيادة التماسك مع ملئها للفراغات الصغيرة التى يمكن أن توجد بين سطح الخشب وخليط الأيبوكسى ، وبذا يصبح من السهل التخلص من الجزء المستكمل عند الحاجة لذلك مع تجنب تأثير الأيبوكس على الخشب بصورة مباشرة.

٢- خليط مسحوق الخشب والتلك مع بارالويد B72 يفضل إستخدامة فى الحالات التى تتطلب خليط ذو صلابة عالية نسبيا .

٣- عجينة الورق تستخدم عند الحاجة إلى مادة مالئة سهلة التشكيل والفصل لاتمثل أى تحميل أو تعرض الخشب لأى أضرار كيمائية أو ميكانيكية ، قابلة للإنضغاط بصورة معتدلة .

٤- خشب البلسا يستخدم عند الحاجة لإستخدام خشب حديث فى عمليات التدعيم نظراً لإن تعامل الأخشاب الأثرية المتقادمة مع التغيرات فى الظروف الجوية المحيطة يكون مختلفا عن الخشب الحديث بسبب العديد من الأسباب الفيزيائية

والكيميائية مما ينتج عنة أنفصال الأخشاب الحديثة عن سطح الخشب القديم أو تسببها في تعرضة للضرر مما يستلزم إستخدام خشب ذى مواصفات خاصة تتوفر فى خشب البلسا إذ أنة خشب قليل الحركة والتأثر بالتغيرات فى الرطوبة النسبية ، سهل التشكيل ، خفيف الوزن ، يتميز بالقابلية العالية للإنضغاط عند التعرض لأى ضغط ثم الأرتداد بصورة جزئية مما يجعلة قادراً على التعامل مع الحركات الطبيعية للخشب المتقادم بجانب قدرتة العالية على تحمل الضغوط المختلفة فى الإتجاة العمودى على الألياف حيث ينضغط أو ينحنى بدون التعرض للإنفصال أو التشرخ وهو ذو مظهر مناسب للإستخدام مع الأخشاب مع سهولة التخلص منة عند الحاجة لذلك .

٥- مخاليط الميكروبالون والبارالويد تعطى معاجين مالئة خفيفة الوزن سهلة التطبيق والتشكيل ، سهلة الإزالة ، صلبة ذات قدرة على تحمل الإحتكاك ، تقبل الإنضغاط بصورة معتدلة وتتطابق فى مظاهر الأنهيار مع المعاجين القياسية، كما أنها خاملة لاتمثل غذاء للحشرات أو الفطريات يمكن الحصول عليها بمواصفات تختلف حسب نوع ودرجة تركيز الوسيط اللاصق المستخدم .

٦ - خليط الميكروبالون ومسحوق الخشب والبارالويد B72 الذى أعطى أقل قيمة فى تحمل الضغوط بالمقارنة بالمعاجين المختبرة يمكن إستخدامة عند الحاجة إلى خليط تتوفر فيه معظم مواصفات الخليط السابق مع سرعة الانهيار .

الباب الرابع

الجانب التطبيقى
لعلاج مجموعة التماثيل الخشبية
التى عثر عليها بمصطبة"كاعبر"

الجانب التطبيقي لعلاج مجموعة التماثيل الخشبية التي عثر عليها بمصطبة "كاعبر"

أولاً: اختيار الأسلوب الأمثل لعلاج التماثيل:-

أن اختيار الأسلوب والمواد المناسبة للاستخدام في ترميم الآثار الخشبية يتم بناء على مجموعة من المعايير الترميمية الخاصة التي تختلف باختلاف حالة الأثر المراد ترميمه وأسلوب صناعتة بجانب الأهداف المراد تحقيقها، وبالتالي فأن تلك المعايير تكون خاصة بهذا الأثر بصورة محددة وتمثل دستور الترميم الخاص به ويوجد بجانب هذه المعايير الخاصة التي تختلف من أثر إلى آخر بعض المعايير الترميمية الثابتة التي تمثل الأسس والقواعد الأساسية التي تراعى بصورة عامة عند الاختيار والمفاضلة بين مواد الترميم المختلفة المستخدمة في ترميم الآثار الخشبية. وهى تمثل النقاط التي تم بناء عليها تقيم النتائج التي توصل إليها في الدراسات السابقة وبالتالي المفاضلة بين المواد والمعاجين المختبرة لاختيار أنسبها للاستخدام بما يتناسب مع الحالة الراهنة للتماثيل الخشبية المختارة وبما يتمش مع دستور الترميم المتبع دوليا ويتوافق مع أخلاقيات الترميم التي تضع الأولوية لمصلحة الأثر وأستمراريتة .

أ - دستور الترميم الذى أتبع عند أختيار أساليب ترميم التماثيل:

١ -خلال عمليات الترميم المختلفة قد يضاف أو يزال أو يتغير شيء في الأثر مما قد يؤدى إلى تغير قيمتة التاريخية لذا يجب مراعاة القيام بأعمال الترميم الضرورية فقط والتي تستلزمها حالة التماثيل للحفاظ عليها وذلك بأقل قدر من المواد.

٢- الترميم لا يعنى تجميل الأثر بقدر ما هو الحفاظ عليه وعلى ما يحمله من معلومات عن تاريخ وحضارة الإنسان، لذا يراعى عدم ظهور اللمسة الفنية الشخصية للمرمم خلال عمليات الترميم، خاصة في التشطيبات النهائية وألا تغير جزء هام وأساسي فيما تمثلة التماثيل.

٣ - إجراء الدراسات والفحوص والتحاليل العلمية للتعرف على المواد المستخدمة في صناعة التماثيل والأسباب التي أدت إلى تعرضها للتلف أمر ضروري قبل تحديد الأسلوب الذي يستخدم في عمليات الترميم، حتى يتم العمل على أساس علمي صحيح مع الوضع في الاعتبار أن التماثيل وإن تشابهت في المظهر العام للتلف إلا أن الأسباب قد تكون مختلفة تماما، وتتطلب أساليب علاج مختلفة.

٤ - عند استخدام أي من مواد الترميم سواء للتقوية أو التدعيم أو الاستكمال، لابد من التعرف أولاً على التغيرات التي قد تطرأ عليها بالتقادم وتأثيرها على الأخشاب مع الأفضلية للمواد التي يمكن التخلص منها عند الحاجة بسهولة ودون تعريض التماثيل للضرر.

٥ - عمليات التقوية تتم لأجزاء التماثيل التي تحتاج بصورة فعلية للتقوية دون اللجوء إلى تقوية التمثال ككل، إذ أن أفضل ترميم هو الذي يستخدم فيه أقل مواد ممكنة وبما يتوافق مع حالة وصالح الأثر، فمواد الترميم على اختلاف أنواعها يمكن أن تتعرض للتغير والتحول بمرور الزمن مسببة تعرض الأثر لضرر لا يمكن علاجه.

٦- فصل التراكيب الصناعية المستخدمة في تجميع أجزاء التماثيل لا يتم إلا في حالات الضرورة القصوى التي تتطلبها عمليات الترميم وبما لا يعرضها للضرر، وفى حالة صعوبة الفصل أو إمكانية تعرض أجزاء من هذه التراكيب للضرر تستكمل عمليات الترميم بأسلوب

مختلف لا يستلزم الفصل، ويمكن اللجوء إلى استخدام التصوير بالأشعة السينية للتعرف على وضع هذه التراكيب وحالتها.
٧- استبدال الأجزاء المستكملة في ترميم سابق يتم في الحالات الضرورية وبما يتماشى مع صالح الأثر، وفى حالة التأكد بما لا يدع مجال للشك أن هذا الاستكمال يسبب الضرر للأثر، إذ أن عمليات فصل هذه الأجزاء قد تسبب العديد من الأضرار التي قد تؤثر بصورة مختلفة ومستديمة على الأثر.
٨ - اتخاذ أي قرار نهائي يتعلق بمدى أثرية أجزاء من التماثيل لا يتم بناء على رأى شخصي إذ لابد من اللجؤ إلى الدراسات والفحوص الأثرية والعلمية والتي يتم على أساسها اختيار أكثر القرارات توافقا مع صالح الأثر وفى حالة وجود أي مجال للشك في سلامة القرار يترك للمستقبل عند توفر المزيد من التقدم العلمي الذي يمكن أن يحدد القرار الصحيح الذي لا شك فيه.

ب - المعايير الترميمية لمواد التقوية:-

١ - لابد أن يتميز فيلم مادة التقوية بعد الجفاف بالشفافية والتماسك والمتانة مع التمتع بقدر معتدل من المرونة .
٢ - يفضل أن تتميز بأس هيدروجيني (pH) أقرب ما يكون إلى التعادل.
٣ - أن تكون مقاومة للانكماش بنسبة لا تقل عن ٨٠% حتى لا تسبب حدوث تشوه داخلي للخشب.
٤ - ألا تتأثر بالماء بعد الجفاف بما لا يقل عن ٩٠% وفى نفس الوقت تسمح بقدر مناسب من النفاذية .
٥ - غير حساسة للتغير الضوئي والأكسدة.
٦ - ألا تتأثر بحركة الخشب الطبيعية بصورة متلفة.
٧ - ألا تؤثر على الألوان أو أرضيات التصوير.
٨ - عكسية الاستخدام أي يمكن التخلص منها عند الحاجة لذلك بسهولة وبدون تعريض الأثر لأي تدهور أو تغير في التركيب الداخلي.
٩ - ألا تسبب زيادة كبيرة في وزن الخشب المعالج بها.
١٠ - ألا تسبب تغيرا في المظهر واللون الطبيعي للخشب.
١١ - يمكن استخدامها بدون أن يؤدى ذلك إلى منع استخدام مواد ترميم أخرى.
١٢ - ألا تتحد كيميائيا مع الأثر بحيث تصبح جزءا منه (مثل راتنجات السليكون).
١٣ - أن تتميز بالنفاذية العالية بحيث تملأ أكبر قدر ممكن من الفراغات الداخلية لخلايا الخشب ولزيادة نفاذيتها وامتصاصها بالخشب فأن ذلك يتطلب تميزها بشد سطح عالي ولزوجة منخفضة بقدر الأمكان.
١٤ - أن تكون ذات درجة تحول زجاجي (Tg) عالية .
١٥ - أن تكون قابلة للذوبان في أكثر من مذيب عضوي.
١٦ - تتميز بخواص لصق قوية إذ أن الالتصاق الجيد بين المادة المقوية والخشب يعتبر من أهم العوامل للحصول على تقوية فعالة.
١٧ - أن تكون ذات وزن جزيئى منخفض بقدر الأمكان إذ كلما أنخفض الوزن الجزيئى كلما أخفضت لزوجة السائل.
١٨ - ألا تمثل مصدر جذب للحشرات أو للنمو الفطري.
١٩ - أن تكون ذات خواص تقادم جيدة بحيث لا تتعرض خواصها المميزة والتي استخدمت من أجلها للتغير بصورة فعالة عند التعرض لظروف التقادم المختلفة.

حـ – المعايير الترميمية لمواد ومخاليط التدعيم والاستكمال:-

١ – التقارب في الخواص الفيزيائية مثل الصلابة والتماسك بين طبقة السطح والأجزاء الداخلية
٢ – أن تكون ذات خواص ميكانيكية أقل قوة عن الأخشاب المستكملة، بمعنى أن تكون قدرتها على تحمل الأنواع المختلفة من الأحمال والضغوط أقل عن هذه الأخشاب بحيث تتعرض للانهيار أولاً.
٣ – قابلة للتمدد والإنضغاط بما يتناسب مع حركة الخشب الإعتيادية الطبيعية وبدون أن تتعرض للتشوة أو تغير الأبعاد بقدر المكان .
٤ – أن تتميز بالتجانس والتماثل بقدر الأمكان حتى يكون تعاملها مع الظروف الخارجية موحد.
٥ – أن تتميز بدرجة مناسبة من المرونة وقابلية الإستطالة حتى لا تتعرض للانهيار بصورة مفاجئة بل يتم ذلك بصورة تدريجية .
٦ – ذات قوة إلتصاق معتدلة أى ألا تكون ضعيفة يسهل إنفصالها أو شديدة القوة بحيث يصعب إنفصالها .
٧ – ألا تميل الى السيولة التدفق والتغلغل داخل مسام الخشب مسببة تغير خواص ولون الخشب فى المنطقة المحيطة بها سواء بسبب الوسيط اللاصق أو المذيب المستخدم .
٨ – أن تكون سهلة التحضير والتطبيق والتشكيل بما يتناسب مع طبيعة الأجزاء المراد أستكمالها .
٩ – معتدلة الجفاف بحيث تعطى الوقت المناسب للتطبيق وفى نفس الوقت المناسب لإنهاء أعمال الإستكمال فى الفترة الزمنية المطلوبة .
١٠– ألا تتعرض للانكماش الملحوظ بعد الجفاف.
١١ – قابلة للصقل والتلوين لإعطاء مظهر جيد يتناسب مع المظهر الطبيعى للخشب المراد إستكمالة .
١٢ – أن تتميز بإمكانية الإزالة عند الحاجة لذلك بدون الإضرار بالخشب .
١٣ – أن تكون ذات خواص تقادم جيدة ،أى لا تتعرض لتغير متلف بمرور الزمن.
١٤ – ليس من السهل تعرضها للإصابة بالحشرات أو الفطريات .
١٥ – أن تتناسب وتتوافق بصورة عامة مع الخواص الفيزيائية للخشب المراد إستكمال خاصة فيما يتعلق بالوزن والصلابة .
١٦ – عند تعرضها الى قوى وضغوط مختلفة سواء ضغط أو شد أو انحناء يفضل وجود فرق زمنى بين نقطة بداية الأنهيار ونقطة الأنهيار التام .
١٧ – ألا تسبب عمليات التصلب تولد حرارة مرتفعة .

ثانياً : المواد المختارة لترميم التماثيل

بناء على الدراسات التى أجريت والنتائج التىتم التوصل اليها فيما يتعلق بمواد التقوية والمواد المالئة المختبرة ، امكن التوصل الى أختيار انسب هذة المواد التى تتناسب من الحالة الراهنة للتماثيل وتتفق مع معايير الترميم القياسية المتبعة عالمياً .

أ – مواد التقوية :-

حيث أن أغلب الأجزاء التى تحتاج الى تقوية بالتماثيل الثلاثة تقتصر على الطبقات السطحية الضعيفة والمتحولة بسطح الخشب بجانب تقوية ما تبقى من طبقات المعجون وبقايا الالوان . لذا فإن الأمر إستلزم إستخدام مادة تقوية ذات مواصفات خاصة لتتناسب مع

الغرض المطلوب منها بدون التأثير على المواصفات والمظهر العام للخشب وطبقات الألوان، ويمكن إيجاز أهم هذه المواصفات فى النقاط التالية :-

- أن تكون ذات نفاذية محدودة إذ المطلوب تقوية الطبقة السطحية للخشب أو الطبقة الحاملة للون ذات السمك القليل .
- لا تسبب تغير ملحوظ فى لون الخشب حتى لا يؤدى ذلك الى تشوة التماثيل ، خاصة أن عمليات التقوية مطلوبة بصورة محددة لبعض المناطق المنتشرة على سطح الخشب .
- أن تكون ذات قوة محدودة مع تمتعها بالمرونة حتى لا تسبب تحول الأجزاء المقواة الى الصلابة العالية مما يؤدى الى حدوث تغير كبير فى خواص القوى بين الأجزاء السطحية المقواة وبين الأجزاء الداخلية غير المقواة وبالتالى إختلاف تعاملهم مع التغيرات فى الظروف المحيطة .
- أن تكون قابلية تعرضها للإصابة الفطرية ضعيفة وأقل فى كل الحالات عن قابلية الخشب خاصة بما يتعلق بفطريات التحلل .
- أن تعطى فيلما شفافا غير لامع حتى لاتسبب لمعان السطح فى الأجزاء المقواة.

وبناء على نتائج التجارب السابقة التى أجريت على مختارات من مواد التقوية تم أختيار مادة البلكسيسول Plexisol B597 ، لأجراء عمليات التقوية المطلوبة لتمثال كاعبر ،إذ أنها تتميز بإحتفاظها بالمرونة مع عدم تعرضها للإنكماش بجانب قابليتها العالية للذوبان (٩٧%) بجانب أنها ذات أس هيدروجينى متعادل عند التعرض للتقادم الطبيعى . كما أنها تتميز بنفاذية معتدلة بالخشب ودرجة صلابة محدودة . أما أهم الصفات التى جعلتها أنسب المواد للإستخدام مع التمثال فهى خاصية عدم تغير اللون وذلك فى حالة إستخدام المذيب المناسب حيث أثبتت التجارب أن أنسب المذيبات للإستخدام هى الطولوين أو الترای كلوروأثيلين واللذان يعطيا فيلم مط لايؤثر على اللون الطبيعى للخشب ويضفى حماية جيدة ضد تأثير الماء مع السماح بقدر محدود من النفاذية . [صورة رقم (١٦٩)] .

كما إستخدمت مادة البارالويد B72 المذابة فى الأستيون أو التولوين والأستيون بنسبة ٦٠ الى ٤٠ بالوزن بتركيز ١٥% كوسيط مع المواد المالئة فى مخاليط التدعيم وكمادة لاصقة ، وبتركيز ٥% للتقوية ، ويرجع ذلك الى أن التجارب السابقة قد أثبتت تميزها بخواص تقادم جيدة تتمثل فى أحتفاظها بجزء معتدل من المرونة مع عدم التعرض للإنكماش وقابلية عالية للذوبان مع سهولة إزالتها عند الحاجة ، مع الأحتفاظ بقيمة الأس الهيدروجينى فى الحدود الأمنة، هذا بجانب قدرتها الكبيرة على النفاذية وتأثيرها المعتدل على الألوان . وقد أعطت هذة المادة عند التطبيق أفضل النتائج بما يتوافق مع المعايير الترميمية التى تتمشى مع الحالة المميزة لأخشاب التماثيل.

ب - المواد المالئة :-

بجانب عمليات التقوية السابقة إستلزمت حالة التماثيل الثلاثة إستخدام بعض المواد المالئة لتقوية وتدعيم الشروخ الطولية العميقة المتسعة التى توجد فى اتجاة الالياف متغلغلة فى

عمق الخشب والتى تواجد معظمها فى التماثيل قبل تشكيلها مما دفع المصـرى القـديم الـى إستكمالها بإستخدام معجون تساقط معظمة بسبب الجفاف الشديد الذى تعرض له التماثيل خلال فترات الدفن ، وقد تسببت هذة الشروخ فى ضعف بنية التماثيل مع تواجد إحتمالات تعرضـها للإتساع لذا تطلبت هذة العمليات إستخدام مواد ومخاليط يتوافر فيه بعض الشروط والمواصفات الخاصة والتى من أهمها :-

- الوزن الخفيف حتى لاتمثل تحميل على خشب التمثال أو تؤثر فى الوزن الطبيعى لـه مـع قدرتها على ملىء الفراغات نظرا للعمق الكبير للشروخ المراد تقويتها وتدعيمها .
- تستخدم فى الحالة السائلة ويمكن التحكم فى درجة سيولتها حتى تتغلغل الى الاعماق الضيقة للشروخ .
- خاملة وثابتة لاتتأثر بالرطوبة أو تذوب فى الماء .
- تتميز بخواص إلتصاق معتدلة حتى تتماسك بشدة مع جانبى الشروخ وبالتالى تمنع اتساعها عند تعرضها لتغيرات فى الرطوبة المحيطة وذلك فى الحدود المعتدلة .
- تتميز بصلابة مناسبة لكثافة وحالة أخشاب التماثيل وفى نفس الوقت سهلة التشكيل والصقل
- عند وقوعها تحت تأثير أى من القوى الميكانيكية تتعرض إلى الإنهيار قبل أخشاب التماثيل ويتم ذلك بصورة بطيئة تدريجية .
- تقبل الانضغاط بصورة معتدلة حتى تتعامل مع الحركة الطبيعية الاعتيادية للخشب.
- سهلة التحضير والتطبيق بما يتناسب مع طبيعة الأجزاء المراد تدعيمها .
- لاتتعرض لتغير الأبعاد عند التصلب أو عند تغير معدلات الرطوبة .

وبناء على نتائج الدراسات والإختبارات السابقة التى أجريت على مختارات من مخاليط المواد المالئة ، تم أختيار خليط الميكروبالون الزجاجى والبارالويد B72 المذاب فى الاسـتيون بتركيز ١٥% كوسيط لاصق إذ أن الإختبارات أثبتت توافر معظم المواصفات المطلوبـة بـة خاصة فيما يتعلق بالوزن الخفيف وقابلية الإنضغاط والصلابة مع سهولة الإزالة والتى يمكـن الحصول عليها بإستخدام قطرات من المذيب المناسب [صورة رقم (١٧٠- أ)] . وقد إستخدم نفس الخليط فى ملىء وتدعيم الفراغات العميقة المتغلغلة فى كتلة الخشب بصورة غير منتظمة والتى نتجت عن الاصابة الحشرية خاصة بتمثال " الشاب" الا أنه نظرا الى المساحة الكبيـرة التى تشغلها هذة الفراغات إستخدام مع الخليط مكعبات صغيرة من خشب البلسا الخفيف حتـى تقلل من كمية الخليط المستخدم الذى روعى زيادة درجة سيولتة.

أما فى حالة الفراغ العميق المتسع غير المنتظم الموجود بالجانب الأيسر لوجة تمثال " الشاب" ، فنظراً لتداخل أكثر من جزء خشبى به وذلك فى أتجاهات مختلفة مما قد يعرضة الى ضغوط من أكثر من إتجاة عند تغير ظروف الرطوبة المحيطة لذا اختير خليط الميكروبـالون الزجاجى ومسحوق الخشب الناعم المتجانس الخالى من الشوائب بنسبة ١ : ٢ والمضاف اليـه البارالويد B72 المذاب فى الأستيون بتركيز ١٥% كوسيط لاصق . إذ أن التجارب السابقة قد أثبتت أنه أكثر المخاليط فى سرعة الأنهيار عند تعرضة لأى من النوعيـات المختلفـة مـن الضغوط ،بجانب تميزة بالثبات والمتانة والوزن المعتدل مع سهولة التشكيل والتطبيـق هـذا

بجانب قوى لصق معتدلة مع إمكانية تحضيره بدرجات مختلفة من السيولة تمكنه من التداخل فى الأجزاء الضيقة من الفراغات .

وفى حالة الأجزاء المفقودة عند خطوط إتصال أجزاء التماثيل معا مثل موضع أتصال الساعد بالعضد بتمثال "كاعبر" والذراع الايسر بالكتف بتمثال "الشاب" إستخدم خشب البلسا نظرا لتميزة بالعديد من الخواص التى تجعلة مناسبا للإستخدام فى ملىء وتدعيم هذة الأجزاء والتى من اهمها :-

- قلة الحركة إذ أنه لايتأثر بصورة ملحوظة بالتغيرات فى الرطوبة المحيطة .
- أمكانية التعامل مع الحركة الطبيعية لاخشاب التماثيل إذ أنه يقبل الإنضغاط لدرجة كبيرة قد تصل الى ٩٠% من ابعادة الاصلية مع إمكانية إرتداة جزئيا عند رفع الضغط الواقع عليه ويرجع ذلك الى تميزة بالمرونة .
- لايمثل تحميل أو ضغط على أخشاب التماثيل نظرا لوزنه الخفيف .
- سهل التشكيل والصقل معطيا سطحاً ذو مظهر وخواص تتناسب مع اخشاب التماثيل
- خشب راسخ متين بالرغم من تميزة بخواص قوى منخفضة .
- يمكن التخلص منه بسهولة عن طريق إذابة المادة اللاصقة المستخدمة فى تثبيتة.

وقد روعى عند الإستخدام توافق إتجاة ألياف خشب البلسا مع إتجاة ألياف أخشاب التماثيل إذ أن قابلية الإنضغاط لخشب البلسا تبلغ اعلى قيمة عند وقوع الضغط فى الأتجاة العمودى على الألياف [صورة رقم (١٧٠-ب)].

كما إستخدمت عجينة الورق الجاهزة لملىء وتدعيم الأجزاء الناقصة عند الحافة السفلى لتمثال "السيدة"،ويرجع ذلك الى انها اكثر متانة عن خشب البلسا خاصة عند تعرضها للإحتكاك كما أن قابليتها للإنضغاط أقل مع سهولة التخلص منها سواء بإستخدام مذيب للمادة اللاصقة او بالتندية بالماء مع إستخدام الآدوات الدقيقة هذا بجانب أمكانية إستخدامها على شكل عجنية طرية يمكن أن تأخذ الشكل غير المنتظم للفراغ المراد إستكمالة ، كما يمكن فصلها بسهولة بعد الجفاف نظرا لتميزها بخواص التصاق ضعيفة [صورة رقم (١٧٠-ج)] .

والمراحل النهائية لعمليات التدعيم تمت بتلوين الأجزاء المضافة بلون متقارب مع لون التماثيل بإستخدام أسلوب التنقيط أو التهشير عن طريق عمل خطوط دقيقة صغيرة متجاورة بأكثر من لون بحيث لايمكن تميزها عن بعد ولكن يسهل تميزها للعين الخبيرة عن قرب وذلك للحصول على لون متقارب للون المميز للخشب وفى نفس الوقت لأمكانية تميز الاجزاء المضافة . وقد إستخدم فى التلوين ألوان الأكريلك نظرا لأمكانية ذوبانها فى الماء عند التطبيق وعدم قابليتها للذوبان بعد الجفاف التام .

ثالثاً : الأساليب والطرق التى إستخدمت فى علاج التماثيل

نظراً لتنوع مظاهر التلف بالتماثيل الخشبية المختارة فقد تم تقسيم عمليات العلاج الى اكثر من مرحلة اختلفت فى النوعية واساليب التطبيق المستخدمة حسب نوعية التلف بكل تمثال وبما يتناسب مع الهدف المراد تحقيقة .

(أ) : مراحل ترميم تمثال " كاعبر" (٣٤ كتالوج)

١- عمليات التنظيف :-

الغرض الرئيسى من عمليات التنظيف هو إزالة طبقات الغبار والمواد المترسبة والمتداخلة بطبقات السطح والبقع المختلفة والتى تؤدى الى تشوية سطح الآثر من الناحية الجمالية بجانب طمس بعض المعالم الآثرية من تفاصيل وكتابات وزخارف مما يؤثر بصورة ايجابية على المظهر العام للآثر قد يصل الى حد التأثير على أهمية الآثرية .

وتنقسم عمليات التنظيف بوجة عام الى نوعين رئيسين ، الأول التنظيف الكيميائى " Chemical Cleaning " الذى يستخدم فيه نوعيات مختلفة من مواد التنظيف والمذيبات حسب نوعية المادة المراد التخلص منها ، إذ أن هذة النوعية من مواد التنظيف تعمل اما على خلخلة تماسك المواد العالقة بسطح الخشب مما يسهل التخلص منها أو إذابتها فى المذيب المناسب . والنوع الثانى من عمليات التنظيف هو التنظيف الميكانيكى" Mechanical Cleaning " والذى يتم بإستخدام الأشكال المختلفة من الفرش والأدوات الدقيقة كالغدروالمشارط الخشبية والمعدنية والتى تعمل على اضعاف وفك ترابط أو التصاق المواد العالقة بسطح الخشب بحيث يمكن إمتصاصها بإستخدام مضخة سحب الهواء " Aspirator Pump" التى تمتص الأتربة والمواد العالقة بقوة يمكن التحكم فى شدتها وسرعتها . ويستخدم فى عمليات التنظيف الميكانيكى بعض الأساليب الحديثة مثل الأجهزة الدافعة لنوعيات معينة من المواد الحكاكة Abrasive المختلفة الحجم والصلابة مثل التلك والكوارتز .... ، والتى تعمل على تآكل الطبقة المراد إزالتها عن طريق قوة الدفع والإحتكاك أو إستخدام الأجهزة التى تعمل بالموجات فوق الصوتية (U.S) المتحكم فى قوتها وسرعتها والتى تعمل على إضعاف الترابط بين مكونات المواد العالقة وبين سطح الخشب بحيث يسهل إزالتها .

ويمكن إستخدام طريقتى التنظيف معا عن طريق تطرية الطبقات العالقة بإستخدام الطرق الكيمائية ثم إتمام عمليات الإزالة بإستخدام الطرق الميكانيكية . وبوجه عام فإن إسلوب التنظيف المستخدم يحدد حسب حالة الأثر ونوعية المواد العالقة المراد التخلص منها .

ونظرا لأن عمليات التنظيف الرئيسية بتمثال " كاعبر" تتضمن التخلص من الطبقة السطحية البيضاء التى تخفى معالم الخشب وتشوة المظهر العام للتمثال والتى ثبت أنها تتكون بصورة رئيسية من الجبس والتلك ومعادن السليكات ، وبالتالى فهى لاتقبل الذوبان إلا فى محاليل من شأنها أن تعرض الخشب للضرر مثل الأحماض ، ولذا تم إستخدام الطرق الميكانيكية البسيطة لفك ترابط هذة الطبقة بسطح الخشب مع مراعاة الحذر الشديد حتى لاتتعرض الطبقة السطحية للخشب أسفلها إلى أى ضرر وقد تم ذلك بإستخدام مجموعة مختلفة الأشكال والأحجام والخشونة من الفرش وذلك بصورة تدريجية ، حيث بدأ العمل بالفرش الناعمة ثم المعتدلة ثم المتوسطة الخشونة وقد روعى أن تكون حركة الفرشاة فى أتجاة واحد وهو أتجاة ألياف الخشب مع الضغط بخفة وحرص شديد . ولسرعة أمتصاص الطبقات التى يتم فصلها عن سطح الخشب ومنع إمتصاصها داخل الألياف إستخدمت مضخة التنظيف بالأمتصاص (Aspirator Pump) بحيث توجه فوهتها ذات الفتحة الضيقة لموضع العمل مع

مراعاة أن يكون الأمتصاص بشدة منخفضة حتى لايؤثر على الطبقة السطحية الضعيفة للخشب [صورة رقم (١٧١)] .

وفى حالة الطبقات السميكة الملتصقة التصاقا شديداً بالسطح فقد تم إزالتها على شكل طبقات رقيقة بإستخدام مجموعة مختلفة من الفرر والمشارط ذات الأسلحة الدقيقة الحادة مع مراعاة الإستخدام بخفة وفى أتجاة مائل حتى يقتصر تأثيرها على الطبقة السطحية دون العمق الذى يصل لسطح الخشب وعند الإقتراب من سطح الخشب تم إستكمال التنظيف بإستخدام طريقة الفرش السابقة .

وقد أتبع نفس الأسلوب فى التخلص من بقايا فضلات الطيور ومواد الترميم السابق والبقع الصغيرة القاتمة [صورة رقم (١٧٢)] ، بينما إستلزم الأمر فى حالة تواجد المادة البيضاء المتماسكة داخل الخطوط الغائرة والشروخ الدقيقة الموجودة بالخشب إستخدم فرر صلب ذات نهاية طويلة أسطوانية مسلوبة وحد دقيق حاد ، لخلخلة تماسك هذة الطبقات بالخشب مع المساعدة على تجزئتها ليسهل التخلص منها بإستخدام مضخة التنظيف بالأمتصاص أو فرش صغيرة متوسطة الخشونة ذات سمك قليل .

أما الأجزاء السطحية الضعيفة من الخشب والتى لاتحتمل التعرض لأى ضغط فقد تم إرجاء تنظيفها لما بعد المرحلة الثانية من مراحل الترميم والتى تم فيها إجراء عمليات تقوية أولية على هذة الأجزاء حفاظا عليها من التعرض للإنفصال أثناء عمليات التنظيف . ولسهولة إجراء عمليات التنظيف السابقة مع تأمين سلامة التمثال ، إستلزم الأمر فصل بعض الوحدات المكونة له قبل إجراء هذة العمليات ، مثل الأجزاء المكملة للوجه ، والعصا التى يقبض عليها باليد اليسرى ، والذراعين ، خاصه وأن خطوط إتصال هذة الوحدات بالتمثال ضعيفة وغير ثابتة .

وقد تضمنت عمليات التنظيف أيضا إزالة طبقات الصدأ الموجودة على الأطار المعدنى المحيط بتطعيم العينيين إلا أنه نظراً لإستحالة فصل التطعيم دون الإضرار بالتراكيب الصناعية المستخدمة لتثبيتهم بجانب الضعف الشديد للخشب فى هذة المنطقة بسبب تأثير نواتج الصدأ ، فقد تمت عمليات التنظيف والتطعيم مثبت فى موضعة مما إستلزم فصل الجزء الخشبى الثابت الموجود أعلى العين اليسرى والجزء القابل للفصل اعلى العين اليمنى خاصة وأن عمليات تثبيت هذة الأجزاء تستلزم فصلها لإزالة مواد اللصق القديمة والأتربة المتكلسة عند خطوط الإتصال والتى أدت الى إختلاف مستوى سطح الخشب فى هذة المواضع ، وقد تم تثبيت هذة الأجزاء بعد إنتهاء عمليات التنظيف مباشرة . ولإزالة طبقات الصدأ إستخدمت مشارط ذات اسلحة حادة بنهاية مستقيمة ضيقة وذلك فى الأتجاة المائل حتى تم الوصول الى طبقة الباتنا الأصلية للمعدن . كما تم تنظيف بياض العين بنفس الأسلوب مع إستخدام خليط من الماء المقطر والكحول الاثيلى بنسبة ١:١ لتطرية الطبقات الملتصقة بالسطح حتى يسهل إزالتها بإستخدام المشرط . أما طبقات شمع البرافين التى إستخدمت فى الترميم السابق لتثبيت قرنية العين اليمنى فقد تم إزالتها بإستخدام مشرط من الصلب وفرة ذات نهاية طويلة حادة مع إستخدام قطعة صغيرة من القطن ملفوفة علىنهاية ساق خشبية رفيعة ومبللة بثانى كلوريد الإثيلين لإذابة البقايا الظاهرة ،مما ساعد على إسترجاع شفافية القرنية . وقد روعى أستمرار ملاحظة تطعيم العينين لفترة من الزمن لإزالة أى طبقات تظهر من نواتج الصدأ حتى تم التأكد تماماً من عدم ظهور أى طبقات جديدة فتم عزل الأطار المعدنى بإستخدام محلول البارالويد

B72 المذاب فى الأسيتون بتركيز ١٠% [صورة رقم (١٧٣أ-ب)] . كذلك تم إزالة طبقات الشوائب وبقايا مواد اللصق وشمع البرافين الحديث الموجود على سطح العصا التى يقبض عليها "كاعبر" بيدة اليسرى بإستخدام نفس الأسلوب المستخدم فى تنظيف تطعيم العينين .

٢- عمليات التقوية والتثبيت :-

انقسمت هذة المرحلة الى قسمين رئيسين الأول تضمن عمليات التقوية لأجزاء الخشب الضعيفة حيث تم التالى :

- التقوية الأولية لطبقات الخشب السطحية الضعيفة القابلة للإنفصال والتى لم تجرى عليها عمليات التنظيف السابقة بسبب قابليتها للسقوط وذلك بإستخدام مادة البكلسيسول B597 المذابة فى التولوين بتركيز ٥% حيث تم تشرب حواف هذة الأجزاء ومواضع إتصالها بالخشب بإستخدام فرشاة ناعمة مقاس (١) وبعد التأكد من تمام التقوية ، إستكملت عمليات التنظيف السابقة مع مراعاة الحذر الشديد ، ثم أعيد تقوية هذة الأجزاء بنفس الأسلوب السابق
- تقوية سطح الخشب عند الجزء الداخلى للنقبة بين الساقين وعند اليد اليسرى وحول تطعيم العينين بالتشرب بمحلول البكلسيسول B597 المذاب فى التراى كلورو ايثلين بتركيز ٥%.
- تقوية الأسطح الداخلية الهشة للشروخ الطولية العميقة الموجودة بجسم التمثال خاصة بالجانب الأيسر، بالتشرب بمحلول بارالويد B72 المذاب فى كلا من الأسيتون والكحول الأثيلى بنسبة ٦٠ : ٤٠ بالوزن وذلك بتركيز ٥% .
- تقوية خطوط إتصال جسم التمثال بالأجزاء المستكملة حديثا عند الأقدام بالحقن بإستخدام محلول البارالويد السابق بتركيز ٥% ثم تركيز ١٥% .
- تقوية طبقات القلف الضعيفة بالعصا بإستخدام محلول البارالويد السابق بتركيز ٥%.

أما القسم الثانى فى هذة المرحلة فتضمن أعمال تثبيت الأجزاء التى تم فصلها خلال عمليات التنظيف والأجزاء القابلة للفصل حيث أجريت العمليات التالية:-

- ازالة التكلسات وبقايا مواد اللصق والترميم السابق من فوق أماكن الأتصال بين الجزء المكمل للمنطقة فوق العين اليسرى والوجه ثم إعادة تثبيت هذا الجزء فى موضعه الصحيح عن طريق تشرب مواضع الأتصال التى تم تنظيفها ببارالويد B72 المذاب فى الاستيون بتركيز ٥% لتقوية سطح الخشب ومنعه من تشرب مادة اللصق حتى نحصل على خطوط إتصال ذات كفاءة عالية وبعد تمام الجفاف تم اللصق بإستخدام المادة السابقة بتركيز ١٥% مع مراعاة ترك مادة اللصق على أسطح الإتصال عدة دقائق حتى تصبح دبقه ، ثم التثبيت مع الضغط الخفيف للتأكد من تماسك أسطح اللحام وعدم وجود أى فراغات [صورة رقم(١٧٤أ-ب)] . وقد إستخدمت نفس الطريقة فى أعادة تثبيت الجزء المنفصل فوق العين اليمنى [صورة رقم (١٧٥أ-ب)] والجزء المكمل للخد الأيسر [صورة رقم (١٧٦أ-ب)] وكذا الجزء الصغير المنفصل أعلى النقر الخاص بخابور تأمين تثبيت لسان الذراع الأيسر بالجسم والجزء الذى يمثل حلمه الصدر الأيسر .
- إعادة تثبيت وتجميع الأجزاء المنفصلة بأعلى الكتف الأيمن عند موضع إتصاله بالذراع [صورة رقم (١٧٧-أ)]، حيث تم أولا فصل الجزء ذى الشكل المثلث المكمل لهذا الموضع من الظهر ثم الجزء المكسور القابل للأنفصال عند سطح الإتصال فأتضح وجود طبقة

سميكة من الأتربة والرمال المتكلسة ملتصقة بسطحى الأتصال مما سبب أتساع الشروخ فى هذة المنطقة [صورة رقم (١٧٧-ب)] ، وقد تم ازالة هذة الطبقات بإستخدام فرش معتدلة الخشونة مع إستخدام الفرر والمشارط الصلب . وبعد إتمام عمليات الإزالة والتأكد من تطابق خطوط اللحام أعيد تجميع وتثبيت الجزء المفصول والشروخ المتحركة بإستخدام البارالويد B72 بتركيز ١٥% فى الأستيون مع الضغط المستمر لمنع خطوط اللحام من الحركة أثناء التماسك عن طريق الربط بالقمط المعدنية ذات الحجم المناسب مع وضع قطع صغيرة من الخشب والاسفنج عند مواضع ضغط القمط حتى لايؤثر الضغط على سطح خشب التمثال، وقد روعى أثناء هذة العمليات تثبيت خابور تأمين لسان الذراع بالجسم فى موضعة حتى لايتعرض النقر الخاص به والذى يمربسطحى الأتصال الى تغير فى الأبعاد بسبب الضغط المستخدم فى عمليات التجميع مع تحريك الخابور منعا لتعرضة للإلتصاق [صورة رقم (١٧٧-ج)].

- تثبيت الجزء ذو الشكل المثلث المكمل لأعلى الجانب الأيمن للظهر والذى تم فصله فى العملية السابقة ، حيث تم أولا التخلص من تجمعات بقايا اللصق القديم من فوق أسطح الأتصال والتى سببت إختلاف مستوى سطح الخشب فى هذا الموضع [صورة رقم (١٧٨أ-ب)]، ثم تم تدعيم الشروخ الموجودة بسطح الأتصال بالكتف خاصة التى تمثل خط أتصال الجزء الذى تم تجميعة فى العملية السابقة وذلك بإستخدام معجون مكون من الميكروبالون الزجاجى والبارالويد B72 بتركيز ١٥% فى الأستيون مع أضافة اكسيد لون يتقارب مع لون خشب التمثال ، مع مراعاة التخلص من أى زيادات تمنع تطابق الأسطح وبعد التأكد من تمام التطابق أجريت عمليات التجميع بإستخدام بارالويد B72 بتركيز ١٥% ، وقد روعى أثناء هذة العمليات تثبيت خابور تأمين لسان الذراع بالجسم داخل النقر الخاص به إذ أنه يمر بسطحى الإتصال [صورة رقم (١٧٨ج)] .
- تجميع الجزئين المكونين للعقدة المنفصلة الموجودة أعلى اليد اليمنى للتمثال بإستخدام بارالويد B72 المذاب فى الأستيون بتركيز ١٥% ونظرا لوجود فراغ كبير بين العقدة وموضع تثبيتها بالذراع فقد تمت عمليات التثبيت وأستكمال الفراغ فى مرحلة واحدة بإستخدام خليط الميكروبالون والبارالويد B72 بتركيز ١٥% مع أضافة أكسيد لون مناسب للون خشب التمثال [صورة رقم (١٧٩أ-ب)].
- لمنع حركة العصا التى يقبض عليها " كاعبر" باليد اليسرى على قاعدة التمثال الحديثة بما يتطابق مع أسلوب الصناعة القديم ، تم تشكيل جزء دائرى غائر فى موضع إرتكاز العصا على القاعدة ، وبقطر يسمح بإرتكاز النهاية السفلى للعصا بداخله مما أدى الى منع حركتها [صورة رقم (١٨٠)].

٣- عمليات التدعيم :-

تم فى هذه المرحلة أجراء عمليات التقوية التدعيمية للأجراء والمناطق التى تمثل نقاط ضعف تؤثر على بينة التمثال حيث تم العمل على النحو التالى :-

- تدعيم الشروخ الطولية العميقة التى توجد بطول التمثال خاصة على جانبى الظهر وبالذراعين ، والشرخ العميق المتصل الذى يمر بطيه النقبة محيطاً بجسم التمثال بحيث ينتهى حول البطن ، وكذا الشروخ الدقيقة التى تتغلغل فى الخشب فى الأتجاه العرضى معرضة طبقة السطح للأنفصال ، وذلك بإستخدام خليط الميكروبالون الزجاجى والبارالويد

B72 المذاب فى الأستيون بتركيز ١٥% كوسيط لاصق مع إضافة أكسيد لون متقارب مع لون الخشب . وللحصول على أفضل نتيجة روعى عند التطبيق أتباع الخطوات التالية :

* تشرب أسطح الأجزاء المراد إستكمالها بمحلول بارالويد B72 المذاب فى التولوين والأسيتون بنسبة ٤٠:٦٠ بالوزن وذلك بتركيز ٥% ، لتقوية سطح الخشب فى هذه المواضع ومنع تشربه للوسيط المستخدم مع الميكروبالون حتى لا يسبب ضعف الأجزاء المستكملة .

* أعداد الخليط بحيث يكون معتدل السيولة إذ أن السيولة الزائدة تؤدى الى هبوط سطح الجزء المضاف بسبب قلة المادة المالئة ، بينما السيولة المنخفضة تسبب قلة المادة اللاصقة مما يؤثر على صلابة الخليط خاصة فى المناطق الداخلية ، بجانب صعوبة التطبيق .

* تم التطبيق على مراحل على هيئة طبقات معتدلة السمك بحيث تطبق كل طبقة بعد جفاف الطبقة التى تسبقها أذا أن التطبيق على مرحلة واحدة يؤدى الى تصلب طبقة السطح قبل الأجزاء الداخلية . وقد روعى تحضير كمية الخليط المطلوبة لكل مرحلة قبل الإستخدام مباشرة إذ أن خليط الميكروبالون سريع التماسك .

* لملاء وتدعيم الفراغات العميقة الضيقة تم زيادة سيولة الخليط بإضافة كمية معتدلة من الأسيتون إذ أنه سريع التطاير كما أنه لا يؤثر على نسبة وجود الوسيط اللاصق. وقد تم تطبيق خليط الميكروبالون بإستخدام نوعيات مختلفة الأشكال والأحجام من الفرر الصلب خاصة ذات النهاية المسلوبة التى تنتهى بجزء كروى صغير يساعد على دفع الخليط داخل الشروخ الدقيقة . وبعد تمام جفاف وتصلب الأجزاء المضافة شكلت وصقلت الأسطح بحيث تنخفض عن سطح الخشب بما لا يقل عن ٢ مم ، وذلك بإستخدام شرط ذى سلاح حاد وصنفرة دوكو ناعمة [صور رقم (١٨١-١٨٢)] .

- تدعيم فراغات الشروخ والأجزاء المفقودة التى توجد عند خطوط إتصال الوحدات الخشبية والأجزاء المنفصلة التى تم تثبيتها فى المراحل السابقة خاصة فى الوجة والجانب الأيمن للظهر وذلك بإستخدام نفس الخليط السابق مما أدى الى زيادة تثبيها فى موضعها وقدروعى فى هذه المواضع ملىء الأجزاء الداخلية فقط حتى لا تؤثر على المظهر العام للتمثال إذ أن الغرض الأساسى من هذة العمليات هو التدعيم وليس التجميل .

- تدعيم أصابع قبضة اليد اليسرى عن طريق ملىء الأجزاء الناقصة التى يؤثر وجودها على تماسك القبضة خاصة مع مرور العصا بوسطها . بجانب تدعيم الشروخ الدقيقة العميقة التى تتغلغل فى سطح الخشب مسببة فصل طبقات من السطح وشبه انفصال أجزاء من الأصابع. وقد تمت اهذة العمليات بإستخدام الخليط السابق مع زيادة نسبة المادة اللاصقة لزيادة قوة تماسك الخليط ، وبعد إتمام عمليات الملىء وتشكيل الأجزاء المضافة بما يتفق مع المظهر العام لقبضة اليد ، تم التلوين بإستخدام ألوان الأكريلك [صور رقم (١٨٣أ-ب)].

- تدعيم خط أتصال الذراع الأيسر بالصدر عن طريق عمل بديل للجزء المفقود من هذا الموضع من قطعة مناسبة من خشب البلسا تم تثبيتها بإستخدام خليط الميكروبالون السابق بعد تقوية خطوط الإتصال بمحلول البارالويد بتركيز ٥%، وبعد تمام التماسك إستكمل تشكيلها بما يتفق مع المظهر العام لهذا الموضع بإستخدام مشرط حاد مع إتمام التشكيل والصقل بإستخدام صنفرة دوكو ثم التلوين بلون يتقارب مع لون خشب التمثال .

٤- علاج مظاهر التدهور بالتراكيب الصناعية المستخدمة لتجميع الأذرع:-

نتيجة لإجراء عمليات ترميم سابق بالتمثال تم فيها تجميع أجزاء الذراع الأيسر بأسلوب خاطئ أدى الى تغير وتشوه موضع الإتصال مع إختلاف مواضع تثبيت بعض الأجزاء المكونة له . مما إستلزم ضرورة فصل هذه الأجزاء ثم إعادة تجميعها فى مواضعها الأصلية وقد تمت هذه العمليات طبقا للخطوات التالية:

- فصل العضد عن الساعد عن طريق أخراج خابور تأمين تثبيت لسان الساعد بالعضد من موضعه [صورة رقم (١٨٤)].
- فصل الأجزاء الخشبية التى ثبتت فى الترميم السابق عند خط الإتصال بتطرية مادة الفينافيل المستخدمة فى اللصق بالتندية بالأستيون ثم إزالة الطبقات التى تم تطريتها بإستخدام مشرط ذى سلاح مستقيم حاد ، وقد أستمرت هذه العمليات حتى تم إزالة معظم المادة اللاصقة وأمكن فصل هذه الأجزاء ، ثم إستكملت عمليات الإزالة بعد الفصل حتى تم التخلص من كل آثار مواد اللصق القديم.
- بدراسة أسطح الأجزاء التى تم فصلها وأسطح مواضع الأتصال بالعضد مع الرجوع للتسجيلات القديمة للتمثال أمكن تحديد المواضع الأصلية لهذه الأجزاء حيث أتضح أن الموضع الصحيح للجزء الذى ثبت سابقاً بالجانب الخارجى لخط الإتصال خاص بالجانب الداخلى للذراع [صورة رقم (١٨٥)]، كما أن الآجزاء المجمعة بشكل متكتل بارز أسفل الجانب الداخلى لخط الإتصال ، جزء منها يخص الفراغ الداخلى بنفس الموضع وجزء آخر يكمل جزءاً من الفراغ الموجود أسفل النقر ، حيث تطابقت خطوط اللحام واسطح الأتصال بصورة كاملة معطية الشكل الصحيح لهذا الموضع .
- نظرا لوجود العديد من الأجزاء الناقصة عند خطوط تجميع الأجزاء المنفصلة مما أدى الى إستحالة التجميع بدون عمل بديل لهذه الأجزاء تم أجراء عمليات اللصق والإستعاضة فى مرحلة واحدة ، حيث إستخدم فى عمليات اللصق البارالويد B72 الذائب فى الأستيون بتركيز ٥% لتقوية خطوط اللحام ثم ١٥% لأتمام اللصق . وإستخدم لملىء المناطق الناقصة خاصة الفراغات غير المنتظمة خليط الميكروبالون المستخدم فى عمليات التدعيم السابقة بعد تقوية أسطح اللحام بالتشرب بمحلول بارالويد B72 بتركيز ٥% ، وقد تم التطبيق على طبقات وبعد تمام الجفاف أستكمل تشكيل الأسطح الخارجية بما يتفق مع الشكل العام للعضد . أما الجزء الناقص عند موضع إتصال العضد بالساعد من الخارج فنظرا لكبر مساحته مع مرور ثقب تثبيت خابور تأمين لسان الساعد خلالة بجانب وجودة فى موضع يجعلة عرضة للإحتكاك إستخدمت قطعة من خشب البلسا لتشكيل الجزء البديل . ولإمكانية تشكيل الخشب بحيث يتطابق مع سطح الأتصال غير المنتظم وبدون تعريض خشب الذراع لأى ضغوط ، تم عمل طبعة لهذا الموضع أولا باستخدام عجينة الورق الجاهزة ، حيث بضغط العجينة الطرية على سطح الأتصال أخذت نفس الشكل المطلوب ثم تم تشكيل أسطحها الخارجية بما يتطابق مع الشكل العام للعضد ، مع مراعاة تشكيل الثقب النافذ الخاص بخابور تأمين التثبيت بحيث يتطابق تماما فى الأتجاة مع ثقب اللسان والجانب الداخلى للعضد . وقبل الجفاف التام لعجينة الورق تم تركيب الساعد فى موضعة مع العضد للتأكد من أن الجزء المشكل مناسباً من حيث الشكل والأبعاد وموضع ثقب خابور تأمين التثبيت . وبعد تمام الجفاف تم فصل هذا الجزء وإستخدامة كنموذج شكلت على أساسه قطعة خشب البلسا المختارة بحيث تتطابق معه تماما وذلك بإستخدام أدوات حادة .

- بإنتهاء تشكيل قطعة الخشب تم مطابقتها بموضع تثبيتها بالعضد للتأكد من تطابق خطـوط اللحام ، وقد إستلزم الأمر ضبط بعض المواضع بإستخدام مشرط حاد ثم ثبتت فى موضعها بإستخدام خليط الميكروبالون والبارالويد السابق مع زيادة كمية محلول البارالويد للحصـول على خليط عالى السيولة ذو قوى ألتصاق عالية يملاء الفراغات التى قد توجد بين خطـوط اللحام مما ساعد على زيادة التماسك .
- بأتمام مراحل التجميع والإستعاضة عن الأجزاء المفقودة، بدأت عمليات التشطيب النهـائى للأجزاء المضافة حيث إستخدمت صنفرة دوكو ناعمة للحصول على سطح مصقول مناسب للتلوين الذى تم بإستخدام ألوان الأكريلك بصورة مباشرة على سطح الأجزاء المشكلة مـن خليط الميكروبالون أما فى حالة الجزء المشكل من خشب البلسا فللحصـول علـى سـطح مناسب للتلوين تم لصق طبقة من الورق اليابانى على سـطح الخشـب بإسـتخدام مثيـل السليولوز المذاب فى الماء بتركيز ١% ، ثم لون بعد تمام الجفاف [صورة رقـم (١٨٧أ–ب)].
- لزيادة تثبيت اللسان الممتد من الساعد بالنقر الخاص به بالعضد تم تشكيل بـديلاً للخـوابير الخشبية الخاصة بهذا الموضع والتى أدى فقدانها الى نقص عرض اللسان عن النقر وذلـك بإستخدام خشب الذان الصلب ، حيث شكل خابوران مستطيلان ثبتا أعلى وأسفل اللسان مما نتج عنه زيادة العرض وبالتالى أحكام التثبيت داخل النقر.
- لأتمام عمليات تجميع جزئى الذراع معا تم تشكيل بديلا لخابور تأمين لسان الساعد المشكل فى الترميم السابق والذى لا يتناسب مع شكل ومقاسات الثقوب الخاصة بمرورة . وقد شكل الخابور من قطعة مربعة القطاع من خشب الذان الصلب مع مراعاة تدرج مقاسات القطاع الذى يبلغ أكبر مساحة عند الثقب الخارجي وأقل مساحة عند الثقب الـداخلي حيـث ثبـت بأحكام داخل الفراغ الخاص بمرورة ليمنع حركة خط الأتصال وبذلك تم تجميـع جزئـى الذراع الأيسر معا بنفس الأسلوب الذى إستخدمه الصانع القديم [صور رقم (١٨٨أ–ب)] .
- لإحكام إتصال الذراع الأيسر بالكتف والتخلص من الفراغ الموجود بينهم بدون إسـتخدام مادة لاصقة بما يتطابق مع أسلوب الصناعة القديم ، تم تشكيل خابوران مسلوبىالقطاع من خشب البلسا القابل للضغط وذلك بسمك أكبر ٢مم عن السـمك المطلـوب ، كبـديل عـن الخوابير الأصلية التى فقدت ولم يتم إحلالها فى الترميم السابق ، ثم ثبتا أعلى وأسفل اللسان الواصل بين الذراع والكتف ، وبإدخال اللسان والخوابير داخل نقر الكتف تعرض خشـب البلسا المرن للأنضغاط مما أحكم الأتصال. تلى ذلك إمرار خابور تأمين التثبيـت بالثقـب النافذ بالكتف من الأمام ماراً بثقب اللسان المثبت داخل نقر الكتف فالثقب النافذ بالكتف مـن الخلف وتمت بذلك عمليات تجميع الذراع الأيسر مع جسم التمثال بصـورة محكمـة أدت لثباتة مع إختفاء الفراغ السابق الذى تنتج عن عدم أحكـام وحـدات التركيبـة الصـناعية المستخدمة.

أما فى حالة الذراع الأيمن ، فمثل الذراع الأيسر تسبب عدم أحكام تثبيـت الأجـزاء المكونة للتركيبة المستخدمة لتثبيتة بالجسم الى سقوطة عن موضعة مسببا حدوث فـراغ بينـة وبين موضع تثبيتة بالتمثال ، وللقضاء على هذا الفراغ وأحكام التثبيت أتبعت نفس الخطـوات السابقة التى إستخدمت لأحكام تثبت الذراع الأيسر ، هذا بجانب أستعدال وضـع خابورتـأمين التثبيت الذى ثبت فى الترميم السابق فى وضع عكسى أدى الى سهولة حركتة داخـل الفـراغ الخاص به ، وبذا تم تجميع زراعى التمثال بالجسم بصورة محكمة وبإستخدام نفـس أسـلوب

الصناعة الأصلى الذى أتبعة الصانع المصرى القديم . وبأنتهاء هذة المراحل أنتهت جميع عمليات ترميم التمثال [صور رقم (١٨٩-١٩٠-١٩١-١٩٢-١٩٣)].

(ب) : مراحل ترميم تمثال " الشاب" (٣٢ كتالوج)

١- عمليات التنظيف:-

لإزالة العوالق والمواد المتكلسة مثل بقع الطلاء الحديثة طبقت طرق التنظيف الميكانيكى بإستخدام المشارط ذات السلاح الدقيق الحاد والفرر ذات النهايات الحادة المدببة وفرش القلم الخشنة . أما الطبقة المعتمة الرقيقة التى تغطى سطح الخشب فقد أثبتت التجارب قابليتها للأذابة فى خليط من الماء المقطر والكحول الإثيلى بنسبة ١:١ وقد تم التطبيق بإستخدام قطع صغيرة من القطن الطبى الماص ، ملفوفة داخل قطع مناسبة من الشاش الأبيض لمنع تماسك القطن بألياف الخشب ، مع تشكيلها بشكل شبه كروى يسمح بتناولها من أحد أطرافها ، حيث تم تشربها بالمحلول المستخدم بصورة معتدلة ثم إستخدامها بالضغط الخفيف على سطح الخشب بصورة متتابعة منتظمة مع مراعاة تجنب الحك [صور رقم (١٩٤)]. وقد أتبعت هذه الطريقة فى تنظيف سطح خشب التمثال بصورة عامة بما يتضمن تسيلات مادة الغراء الحديثة التى إستخدمت فى الترميم السابق ، فيما عدا الأجزاء الملونة خاصة بالصدرية نظرا لضعف تماسك طبقات الألوان مما أستلزم أرجائها للمرحلة الثانية من مراحل الترميم حتى يتم تقويتها أولاً . كما تم التخلص من تجمعات البقايا الطينية التى تملأ جزءاً من الفراغات الناتجة عن التأكل الحشرى بإستخدام الفرر الرفيعة لفك ترابطها ثم مضخة التنظيف بالأمتصاص ذات الفوهة الطويلة الرفيعة لإمتصاص الحبيبات المفككة من داخل الفراغات المتغلغلة فى عمق الخشب . أما تطعيم العينين والأطار المعدنى المحيط بهما فقد أستخدم لتنظيفها نفس السلوب الذى أتبع لتنظيف وعزل تطعيم أعين تمثال " كاعبر" .

٢- عمليات التقوية :

تم فى هذه المرحلة تقوية بقايا طبقات المعجون والألوان خاصة فى المنطقة المحيطة بتطعيم العينين والشعر المستعار والصدرية ، بتشرب الشروخ والحواف بمحلول البارالويد B72 المذاب فى خليط من التولوين والأسيتون بنسبة ٦٠:٤٠ بالوزن بتركيز ٢% ، وبعد الجفاف التام إستكملت عمليات التنظيف التى لم تتم فى المرحلة السابقة ، حيث إستخدم لتنظيف طبقة الزخرفة محلول الماء المقطر والكحول الإثيلى السابق لتطرية طبقة الشوائب المتكلسة على السطح ثم إزالتها بإستخدام مشرط دقيق حاد مع مراعاة الحذر الشديد حتى لا تتعرض هذه الطبقة للأنفصال . وقد تمت هذه العمليات تحت عدسات الأستريوميكروسكوب عند تكبير X٤ ،X١٠، وبإنتهاء عمليات التنظيف بالقدر الذى لا يعرض هذه الطبقة لأى تدهور تم تكرار عمليات التقوية السابقة مع التركيز على المعجون واللون الأسود بالشعر المستعار والمعجون البنى المحمر حول تطعيم العين اليسرى حتى لا يتأثرا بعمليات أستعدال حواف الشرخ الموجود أعلى تطعيم العين وذلك بإستخدام نفس المحلول السابق بتركيز ٥% .

٣- علاج مظاهر التلف بالجانب الأيسر للرأس :-

تعتبر هذه المرحلة أكثر مراحل العلاج تعقيدا ، إذ أنها تضمنت تطبيق أكثر من عملية ترميم فى نفس الوقت ويرجع ذلك الى الحالة المتميزة المتشعبة لهذا الجانب من الوجه ، والتى بناءاً عليها تم تقسيم عمليات العلاج الى المراحل التالية:-

أولاً:

إستعدال وتقريب الشرخ المتسع العميق الممتد من أعلى تطعيم العين والذى كان متواجداً بخشب التمثال قبل تشكيلة ، حتى يمكن إعادة تطبيق الجزء المنفصل من سطح الخشب أعلى الركن الخارجى لتطعيم العين الى أقرب ما يكون لموضعه الأصلى وبالتالى أمكن التخلص من التشوه الموجود فى هذا الموضع ، وقد تم ذلك طبقا للخطوات التالية:

- فصل الأجزاء المضافة الخاصة بفراغ الجانب الأيسر للوجه وبأعلى يسار الشرخ حتى لا تتسبب فى إعاقة عمليات الإستعدال نظرا لتحركها عن موضعها مما أدى الى شغلها فراغاً أكبر عن مساحتها الأصلية مما ساعد على زيادة إتساع الشروخ[صورة رقم (١٩٥)] .

- رفع المحتوى الرطوبى للخشب فى المنطقة المحيطة بحافتى الشرخ لزيادة قابلية للإنحناء والحركة حتى يمكن تعريضة للضغط بدون تعرض الخشب للكسر . وقد تم ذلك عن طريق تشرب الأسطح الداخلية للشرخ بمحلول مكون من ماء مقطر وكحول إثيلى بنسبة ١:٢ ، ويرجع إستخدام الكحول لزيادة نفاذية الماء بالخشب بجانب تأثيرة كمطهر ، مع أضافة قطرات من مبيد فطرى (الثايمول) لمنع تواجد أى نمو فطرى أثناء هذه العمليات . وللتحكم فى عمليات البخر تم تغطية رأس التمثال بما يشبه الخيمة من البولى أيثلين السميك بحيث يشتمل فراغها على أناء يحتوى على ماء ومبيد فطرى ، بجانب جهاز ثرموهيجروميتر لملاحظة تغيرات الرطوبة فى الفراغ المحيط .

- أستمرت عمليات التشرب بمعدل بطئ متدرج مدة شهر ثم بدأ تعريض جانبى الشرخ للضغط ، ونظرا لصعوبة إن لم يكن إستحالة عمل قالب مناسب لشكل الرأس يمكن إستخدامة لتوقيع الضغط على الشرخ بصورة منتظمة بسبب موضع وشكل الشرخ بالنسبه للرأس ، لذا تم توقيع الضغط بواسطة الربط بدوبار من القطن الطرى المتين . ولتدرج زيادة الضغط إستخدم عدد من السيقان الخشبية الأسطوانية ذات الأقطار المتدرجة والتى تمر خلال الدوبار المربوط حول الرأس بحيث عند لف الدوبار حولها يزداد الضغط الواقع على حافتى الشرخ . وقد تم إستخدام هذه السيقان فى أكثر من موضع بحيث يقع الضغط بصورة أعلى على الجانب الأيسر للشرخ إذ أنه هو الجانب المتحرك المراد إستعدالة . وقد روعى خلال هذه العمليات التناسب الطردى البطئ المتدرج بين زيادة الضغط مع زيادة رفع المحتوى الرطوبى للخشب حتى لا يتعرض الخشب لأى ضرر[صورة رقم (١٩٥)].

- أستمرت هذه العمليات مدة ثلاثة أشهر تم خلالها تقليل إتساع الشرخ الى أقرب حد ممكن مما أدى الى إستقرار الحافة المنفصلة فوق تطعيم العين فى موضعها وبالتالى تطابق مستوى سطح الخشب عند حافتى الشرخ .

- بتحقيق النتيجة السابقة بدأت عمليات تخفيض المحتوى الرطوبى للخشب بصورة تدريجية بطيئة وهو مازال تحت تأثير الضغط ، بالتقليل التدريجى للتشرب بالمحلول حتى أستقر الخشب نتيجة تعادل المحتوى الرطوبى داخلة مع نسبة الرطوبة فى الجو المحيط . وقد أستغرقت هذه العملية شهرين.

- بنهاية هذه العمليات بدأ تشرب الخشب بسطحى الشرخ من الداخل بمحلول البارالويد السابق بتركيز ٢% ثم ٥% وهو ما زال تحت تأثير الضغط وذلك على مراحل حتى تشرب الخشب تماما ثم ترك ليستقرلمدة شهر .
- بعد تمام إستقرار الشرخ ، بدأت مباشرة عمليات تدعيم وملئ الفراغ المتبقى لمنعه من الحركة ، حيث إستخدم خليط الميكروبالون المستخدم فى عمليات التدعيم السابقة مع زيادة تركيز البارالويد الى ٢٥% لزيادة قوة إلتصاق الخليط بالخشب. وقد أجرى جزء من هذه المرحلة والخشب مازال تحت تأثير الضغط ثم إستكمل بعد إزالة الضغط الواقع عليه .
- تم تشكيل الأجزاء المضافة بعد تمام الجفاف بحيث تتناسب مع الشكل العام لتجاعيد الشعر المستعار والجبهة مع التلوين بلون مناسب بإستخدام ألوان الأكريلك .

ثانياً :

إعادة تثبيت الأجزاء الخشبية الصغيرة التى تم فصلها من الفراغ الموجود أعلى يسار الشرخ السابق حيث تم التالى :

- إزالة بقايا الغراء القديم المستخدم فى الترميم السابق بإستخدام مشرط حاد .
- التأكد من تطابق خطوط اللحام .
- تثبيت الأجزاء المنفصلة بإستخدام بارالويد B72 تركيز ١٥% فى الأستيون .
- إستكمال الفراغ المتبقى لتدعيم تثبيت الأجزاء فى موضعها والمساعدة على منع حركة الشرخ وذلك بأستخدام خليط الميكروبالون السابق.
- تشكيل سطح الأجزاء المستكملة بعد تمام الجفاف بما يتماشى مع المظهر العام للشعر المستعار ثم التلوين بأستخدام ألوان الأكريلك .

ثالثاً :

أعادة تثبيت الجزء المكمل للفراغ العميق المتسع غير المنتظم الموجود بالجانب الأيسر للوجه والشعر المستعار وذلك بأتباع الخطوات التالية :

- التخلص من بقايا مادة الغراء المستخدمة فى الترميم السابق من على الأسطح الداخلية للفراغ والجزء المكمل له وكذلك بقايا المواد الطينيةالمتكلسة بإستخدام الطرق الميكانيكية السابقة.
- تشرب الأسطح الداخلية للفراغ والجزء المضاف بإستخدام محلول البارالويد ٥% .
- تركيب الجزء المضاف فى موضعة لتحديد مقدار الفرق بين حجمه وحجم الفراغ ، ثم إستكمال الفراغ الزائد أسفل الجزء المضاف بإستخدام خليط الميكروبالون ومسحوق الخشب الناعم المتجانس الخالى من الشوائب بنسبة ١:٢ بالوزن مضافا اليه محلول البارالويد B72 تركيزه ١٥% فى الأستيون وذلك على طبقات.
- بتمام جفاف الجزء المستكمل من الفراغ تم تثبيت الجزء المضاف فى موضعه بإستخدام بارالويد B72 تركيز ١٥% مع ملىء الفراغات حوله بإستخدام الخليط السابق . ونظرا للعمق الكبير لفراغ التثبيت بجانب إتساعة مع وجود فرق كبير بين مساحته ومساحة الجزء المضاف تم أتمام العمليات السابقة على مرحلتين للتأكد من تثبيت الجزء المكمل فى موضعة الصحيح الذى يتفق مع الشكل العام للوجه مع أعطاء الخليط المستخدم الوقت اللازم للجفاف التام .

- بتمام جفاف الأجزاء المضافة تم تشكيل سطحها بما يتفق مــع تفاصــيل تجاعيــد الشــعر المستعار مع التلوين بإستخدام ألوان الأكريلك ، وبذا تم إستعدال وتثبيت وتدعيم الشــروخ والأجزاء المكونة لهذا الجانب من وجه التمثال [صور رقم (١٩٦أ-ب)]

٤- عمليات التدعيم :-

تم فى هذه العمليات تدعيم الشروخ التى تواجدت فى كتلة خشب التمثال قبل تشــكيلها والتى تعرضت للأتساع مثل الشرخ الطولى بالظهر وبالجانب الأيمن للوجه ، وكذلك الفراغات العميقة الناتجة عن التآكل الحشرى خاصة فى القطاع المنشور والتى أثرت على بنيه التمثال . حيث إستخدام خليط الميكروبالون السابق بنفس الأسلوب الذى إستخدم فــى عمليــات تــدعيم وإستكمال تمثال " كاعبر" وذلك فى حالة الشروخ الدقيقة والفراغات المعتدلة ، أما فــى حالــة الفراغات العميقة المتسعة التى تتغلغل فى عمق كتلة التمثال فقد إستخدم للمساعدة على ملئهــا مع تقليل كمية الميكروبالون المستخدمة ، مكعبات صغيرة من خشب البلسا (٠,٤ ســم) مــع زيادة سيولة خليط الميكروبالون بإضافة قليل من الأستيون ، وقد تم التطبيق بصب كمية مــن الميكروبالون داخل الشرخ ثم إضافة كمية من مكعبات خشب البلسا مع الضغط بساق طويلــة من المعدن ذات نهاية مدببة برأس كروية ليتم تداخل مكعبات الخشب بالميكروبالون ثم تركت لتجف ، وقد تم تكرار هذه العملية عدة مرات أختلفت حسب عمق وأتساع الفراغــات المــراد إستكمالها. وبإنتهاء عمليات الإستكمال تم تشكيل سطح الأجزاء المستكملة بما يتفق مع الشــكل العام للتمثال ثم التلوين بلون مناسب بإستخدام ألوان الأكريلك [صورة رقم (١٩٧)].

أما فى حالة الجزء الخشبى المفقود عند خط إتصال الذراع الأيسربالكتف فقد تم إحلالة بقطعة من خشب البلسا بنفس المقاس والشكل العام ، ثبتت فى موضعها بعد إزالة بقايــا مــادة اللصق السابقة ، بإستخدام بارالويد B72 تركيز ١٥% مع إضافة قليل من الميكروبالون لملئ أى فراغات قد توجد بين خطوط اللحام ، وبعد تمام التماسك إستكملت عمليات التشكيل والصقل بما يشمل لصق طبقة من الورق اليابانى على سطح خشب البلسا بإستخدام ميثيــل الســليولوز الذائب فى الماء بتركيز ١% ثم التلوين بلون مناسب للون الخشب بإستخدام ألــوان الأكريلــك [صور رقم (١٩٨أ-ب)].

٥- تثبيت الأذرع بالجسم :-

نظرا لضعف تثبيت الذراع الأيمن بجسم التمثال بسبب تفتت خابور تأمين تثبيت اللسان الخاص به بالكتف ، مما أدى الى وجود فراغ عند خط الإتصال تسبب فى سقوط الذراع عــن موضعه ، لذا فإن عمليات إعادة التثبيت أستلزمت أتباع الخطوات التالية :-

- فصل الذراع عن موضعه بالكتف وذلك بإخراج خابور تأمين اللسان مــن داخــل مجــرى التثبيت ، وقد مثلت هذه العملية صعوبة بسبب ضعف وتفتت الخابور الى أكثر مــن جــزء بجانب تثبيته بإستخدام الغراء فى ترميم سابق مما أدى الى تماسك الأجزاء المفتتــة داخــل الثقب ، لذا إستلزم الأمر الحقن بإستخدام محلول ساخن من الماء المقطر والكحول الأثيلــى بنسبة ١:١ وذلك بمقدار معتدل يسمح بتطرية الغراء بدون تشرب الخشب فــى المنــاطق المحيطة. ومع إستخدام الأدوات الدقيقة أمكن إخراج الخابور من ثقب التثبيت ثم إســتكمل أزالة بقايا الغراء من داخل الثقب.

- بإزالة خابور تأمين التثبيت أمكن فصل الذراع حيث أتضح فقدان الخوابير الخاصة بإحكام تثبيت اللسان بالنقر الخاص به مما نتج عنه قلة عرض اللسان عن النقر . ونظرا لكبر حجم هذه الخوابير مع الصلابة العالية لخشب التمثال تم تشكيل الخابورين من خشب الزان الصلب ،ثم ثبتا أعلى وأسفل اللسان صورة رقم(١٩٩-أ)]

- بما أن خابور تأمين تثبيت لسان الوصل الذى تم أخراجة من موضعه أصبح غير صالح للإستخدام بسبب ضعفة وإنفصالة الى أكثر من جزء ، لذا تم إحلالة بتشكيل خابور جديد من خشب الزان بنفس مقاسات الخابور الآصلى بحيث يمر من ثقب التثبيت بالكتف واللسان ليستقر بثقب الجانب الداخلى للنقر وذلك بصورة محكمة تمنع سقوط الذراع من موضعة . وقد تم تثبيت الخابور فى موضعة قبل قطعة الى الطول المطلوب مع دفعة داخل الثقب لأحكام تداخلة [صورة رقم (١٩٩-ب)]، وبعد التأكد من أحكام التثبيت تم قطع الجزء الزائد من الخابور ثم تلوين الخشب بلون يتناسب مع لون خشب التمثال [صورة رقم (١٩٩-ج)].
- لزيادة تدعيم خطوط إتصال كلا من الذراعين بالكتفين تم ملىء الأجزاء الناقصة عند أسطح الإتصال بإستخدام خليط الميكروبالون السابق مع أضافة لون مناسب ومراعاة زيادة سيولة الخليط حتى يملئ جميع الفراغات بين سطحى الإتصال ثم تم الربط بإستخدام دوبار من القطن المتين.

- بجفاف الأجزاء المستكملة تم فك الدوبار ثم إزالة زيادات مادة الأستكمال وبذا تم تدعيم تثبيت الأذرع بالجسم .

- بانتهاء هذه العمليات تم علاج جميع مظاهر التلف بالتمثال وأصبح معداً العرض [صور رقم (٢٠٠-٢٠١-٢٠٢)] .

(جـ) : مراحل ترميم تمثال السيدة التى يطلق عليها " زوجة شيخ البلد "(٣٣كتالج)

١ - عمليات التنظيف:-

تتضمن هذه المرحلة أهم العمليات التى أجريت على التمثال والتى تضمنت إزالة طبقة المادة البيضاء المعتمة المكونة من كوارتز و كاولينيت و تلك وجبس والناتجة عن عمل قالب سابق على التمثال مما أدى الى طمس الزخارف والتفاصيل كما فى حالة تمثال " كاعبر" .

وللتخلص من هذه الطبقة تم تطبيق نفس الأسلوب الذى إستخدم فى عمليات تنظيف تمثال " كاعبر" إلا أن الأمر تطلب المزيد من الحذر بسبب الألوان الموجودة على الشعر المستعار والصدرية وشريط العنق ، حيث إستخدم بجانب فرش القلم الخشنة والمشارط الدقيقة الحادة ، قطع صغيرة من لبابة العيش تم تشكيلها على شكل كريات صغيرة ذات لزوجة محدودة والتى بأمرارها برفق فوق سطح الخشب مع الضغط الخفيف بأطراف الأصابع، يلتصق بها دقائق المادة البيضاء التى تم خلخلتها من قبل بإستخدام الفرش والأدوات الدقيقة وذلك دون الأضرار بالألون ، كما إستخدمت أيضا بودرة الممحاة بنفس السلوب . وقد أستلزمت هذه العمليات مراعاة الدقة والحرص والتأنى حتى لا تتعرض الألوان أو سطح الخشب لأى ضرر [صور رقم (٢٠٣أ-ب-ج)] .

أما فى حالة المادة البيضاء المتجمعة داخل الخطوط الدقيقة الناتجة عن إستخدام أداة حادة لفصل أجزاء القالب ، فقد تم إزلتها بإستخدام فرر صلب ذات نهايات طويلة مدببة عملت على تفتيتها ثم فصلها على هيئة أجزاء أمتصت بواسطة مضخة التنظيف بالأمتصاص .

٢ – عمليات التقوية:

أجريت عمليات التقوية لطبقات المعجون والألوان بكلا من الصدرية وشريط العنق بأستخدام محلول البارالويد B72 تركيز ٢% فى كلا من التولوين والأستيون بنسبة ٦٠:٤٠ بالوزن ، إذ أن المطلوب الحصول على تقوية خفيفة لحماية هذه الطبقات ، أما فى حالة بقايا اللون الأسود بالشعر فللحصول على المزيد من التقوية نظرا لسمك الأجزاء المتبقية وسهولة أنفصالها تم إستخدام نفس المحلول بتركيز ٥%.

٣- عمليات التدعيم :-

أجريت فى هذة المرحلة العمليات التالية :

- عمل بديل للجزء المفقود من محيط خط القطع بالظهر والذى نظرا لعمقة وعدم أنتظام أسطحة تم أحلالة بإستخدام عجينة الورق السابقة وذلك بقوام متوسط الليونة ، حيث بضغطها داخل الفراغ المراد إستكمالة أخذت الشكل غير المنتظم للفراغ ، ثم تركت لعدة ساعات قبل فصلها حتى يزداد تماسكها . وبعد الفصل حفظت فى مكان متجدد الهواء ليتم جفافها وتصلبها بصورة كاملة ثم أعيد تركيبها فى الفراغ الخاص بها للتأكد من التطابق وقد تم التثبيت بإستخدام بارالويد B72 تركيز ١٥% فى الأستيون وذلك بعد تقوية أسطح الأتصال بإستخدام نفس المحلول بتركيز ٥% . وبعد تمام التثبيت أستكمل تشكيل وصقل السطح بما يتناسب مع المظهر العام للتمثال ثم لصق طبقة من الورق اليابانى بإستخدام ميثيل السليولوز تركيز ١% فى الماء والتلوين بلون مناسب للون الخشب [صورة رقم (٢٠٤)] .
- تدعيم الشروخ الطولية التى توجد بجسم التمثال وتؤثر على بنيانه وكذلك أماكن التآكل الحشرى خاصة بالشعر المستعار بجانب خط إتصال جزئى الرأسى معا بعد إزالة بقايا مادة اللصق القديم بإستخدام خليط الميكروبالون المستخدم فى عمليات الأستكمال السابقة حيث طبق بنفس الأسلوب مع مراعاة تشكيل الأسطح المستكملة بما يتقارب مع تفاصيل التمثال.
- فى حالة الشرخين المتسعين العميقين الموجودين بصدر وظهر التمثال تم ملىء وتدعيم شرخ الظهر فقط ويرجع ذلك الى أنهم شرخين شعاعين متقابلين ومحصورين داخل الخشب ، وبالتالى فى حالة ملىء كلا منها يمكن أن يتعرض الخشب لظهور شروخ جديدة عند التغير الكبير فى ظروف الرطوبة المحيطة . لذا تم ملىء شرخ الظهرفقط نظرا لأنه أكثر إمتداداً بجانب مرورة بعقدة خبيثة أدت الى زيادة أتساعة وتشوهه مع سهولة تعرضه للأتساع . كما أن الخشب فى هذه المنطقة يحتاج الى التدعيم بسبب وجود العديد من الشروخ الطولية الدقيقة . وقد تمت هذة العمليات بإستخدام خليط الميكروبالون السابق بنفس أسلوب التطبيق [صورة رقم (٢٠٥)] [صور رقم (٢٠٦-٢٠٧-٢٠٨)].

وبذا أنتهت عمليات ترميم التماثيل الثلاثة بما يتوافق مع معايير الترميم القياسية العالمية .

أولاً : المـــــراجـــع العربيـــــة

١ــ أحمد فخرى (دكتور)
" مصر الفرعونية " ــ موجز تاريخ مصر منذ أقدم العصور حتـــي عـــام ٣٣٢ ق٠م ــ مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة ــ ١٩٧١ ٠

٢– باهور لبيب ومحمد حماد
"لمحات من الفنون والصناعات الصغيرة وآثارنا المصــــرية "ــــ دار ومطـــابع الشـــعب ــالقاهرة ــ ١٩٦٢ ٠

٣ــ ثروت عكاشة (دكتور)
"الفن المصرى القديم"ــ النحت والتصوير ــ الجزء الثانى ــ الهيئة المصـــرية للكتـــاب ــ القاهرة ــ ١٩٩١٠

٤ــ ٠٠٠٠٠
"تاريخ الفن"ــ الفن المصرى القديم ــ الجزء الأول ــ دار المعارف ــ القاهرة ــ ١٩٧١ ٠

٥ــ حسام الدين عبد الحميد (دكتور)
" تكنولوجيا صيانة وترميم المقتنيات الثقافية" ــ الهيئة المصرية العامة للكتاب ــ القاهرة ــ ١٩٧٩ ٠

٦ــ ٠٠٠٠٠
"المنهج العلمى لعلاج وصيانة المخطوطات والأخشاب والمنسوجات الأثريـــة "ــــ مطابـــع الهيئـــــة المصرية العامة للكتاب ــ القاهرة ــ ١٩٨٤ ٠

٧ــ حسن عبد الرحمن خطاب
"الثروة النباتية فى مصر القديمة" ــ الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية ــ القـــاهرة ــ ١٩٨٥ ٠

٨ــ حسين محمد على أبراهيم (دكتور)
"علاج وترميم الأخشاب الملونة تطبيقا على تابوت من العصر اليونانى الرومانى "ــ حفائر ديـــر البنــــات الفيوم ــ رسالة ماجستير ــ قسم الترميم ــ كلية الآثار ــ جامعة القـــاهرة ــ ١٩٨٧ ٠

٩ــ ٠٠٠٠٠
"دراسة علاج الصور الجدارية وصيانتها بمنطقة آثار المنيا" ــ رسالة دكتوراة ــ قسم الآثار ــ كليـــة آداب سوهاج ــ جامعة أسيوط ــ ١٩٩٣ ٠

١٠ــ سامية عمارة
" دراسات تطبيقية فى مقاومة الحشرات" ــ مركز بحوث وصيانة الآثـــار ــ المجلـــــس الأعلـــى للآثـــار ــ القاهرة ــ ١٩٩٦ ٠

١١ــ سليم حسن (دكتور)
"مصر القديمة في عصر ماقبل التاريخ إلي نهاية العهد الأهناسى "ـــ الجــزء الأول ــ مطبعة الكوثــر ــ القاهرة ــ ١٩٤٠ ٠

١٢ ــ ٠٠٠٠٠
" مصر القديمة" ــ في مدينة مصر وثقافتها في الدولة القديمة والعهد الأهناسى ــ الجــزء الثانى ــ مطبعة الكوثر ــ القاهرة ــ ١٩٤٩ ٠

١٣ــ سيد توفيق (دكتور)
" تاريخ الفن في الشرق الأدني القديم ــ مصر والعراق ــ دار النهضة العربية ــ القاهرة ــ ١٩٨٧ ٠

١٤ــ صالح أحمد صالح (دكتور)
"الأسس العلمية لعلاج وصيانة الصور الجدارية "ــ محاضرات بقســم التــرميم ــ كليــة الآثار- جامعة القاهرة ١٩٨٠ ــ ١٩٨٨ ٠

١٥ــ ٠٠٠٠٠
" تكنولوجيا المواد والصناعات القديمة" -محاضرات قسم الترميم- كلية الآثــار- جامعــة القاهرة- ١٩٨٣.

١٦ــ عبد الظاهر عبد الستار ابو العلا (دكتور)
"علاج وصيانة الأخشاب المغطاة بطبقة من الجسو الملون -رسالة ماجستير- قسم الترميم - كلية الآثار- جامعة القاهرة- ١٩٨٠ .

١٧ــ عبد العزيز صالح (دكتور)
" الفن المصرى القديم" ــ من كتاب تاريخ الحضارة المصرية ــ العصر الفرعونـــى ــ المجلــد الأول ــ مكتبة النهضة المصرية ــ القاهرة ــ ١٩٦٢ ٠

١٨ــ ٠٠٠٠٠
"حضارة مصر القديمة وآثارها "ــ في الأتجاهات الحضارية العامة حتى أواخر الألــف الثالثــة قبــل الميلاد ــ الجزء الأول ــ الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية ــ القــاهرة ــ ١٩٦٢ ٠

١٩ــ عبد المعز شاهين
"طرق صيانة وترميم الآثار والمقتنيات الفنية "ــ الهيئة المصرية العامة للكتاب ــ القاهرة ــ ١٩٧٥ ٠

٢٠ــ ٠٠٠٠٠
"ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية" ــ وزارة المعــارف ــ المملكـــة العربيـــة السعوديــة ــ ١٩٨٢ ٠

٢١ــ عبد المنعم أبو بكر (دكتور)
" الصناعات" ــ من كتاب تاريخ الحضارة المصرية ــ العصر الفرعونـــى ــ المجـــلد الأول ــ مكتبــة النهضة المصرية ــ القاهرة ــ ١٩٦٢ ٠

٢٢ــ **عبد الوهاب أبراهيم حامد السنباطى**
" علاج وصيانة الأخشاب الأثرية المغمورة في الماء أو المطمورة فى تربة رطبة تطبيقا علـــى عينـــات خشبية من المركب الأثرى التى عثرت عليه هيئة الأثار بمسطرد ١٩٨٧"ـــ رسالة ماجستير ــ قسم الترميم ــ كلية الآثار ــ جامعة القاهرة ــ ١٩٩١ ٠

٢٣ــ **عبلة محمد عبد السلام**
علاج وصيانة الصناديق الخشبية تطبيقا على صناديق من الدولـــة الحديثـــة بـــالمتحف المصرى بالقاهرة ــ رسالة ماجستير ــ قسم الترميم ــ كلية الآثـــار ــ جامعـــة القـــاهرة ــ ١٩٨٦ ٠

٢٤ــ **محرم كمال**
" تاريخ الفن المصرى القديم "ــ دار الهلال بمصر ــ ١٩٣٧ ٠

٢٥ــ **محمد أنور شكرى (دكتور)**
" تماثيل الأنسان فى فجر تاريخ مصر القديم "ــ مطبعة دار الكتاب العربى ــ القاهرة ــ ١٩٥١ ٠

٢٦ــ ٠٠٠٠٠
"حضارة مصر القديمة "ــ من كتاب حضارة مصر والشرق القديم ــ دار مصـــر للطباعـــة- القاهرة

٢٧ــ ٠٠٠٠٠
" الشخصية فى الفن المصرى القديم "ــ من كتاب مقالات مختلفة ــ المقال الأول ٠

٢٨ــ ٠٠٠٠٠
" الفن المصرى القديم منذ أقدم عصوره حتى نهايـــة الدولـــة القديمـــة "ـــ المؤسســـة المصريـــة العامـــة للتأليف والأنباء والنشر ــ القاهرة ــ ١٩٦٥ ٠

٢٩ــ **محمد عبد الهادى (دكتور)**
" علاج وصيانة خمسة أمثلة متنوعة من مجموعة الأخشاب مـــن العصـــر الطولونـــى والعصـــر الفاطمـــى بالمتحف الأسلامى بكلية الآثار "ــ رسالة ماجستير ــ قسم التـــرميم ــ كلية الآثار ــ جامعـــة القاهـــرة ــ ١٩٨٠ ٠

٣٠ــ **محمد فهمى عبد الوهاب**
"دراسات نظرية وعملية فى حقل الفنون الأثرية وطرق ومواد الترميم الحديث" ــ هيئـــة الآثار المصرية ــ القاهرة ــ ١٩٨٧ ٠

٣١ــ **مصطفى عامر**
"حضارة عصر ما قبل التاريخ" ــ من كتاب تـــاريخ الحضـــارة المصـــرية ــ العصـــر الفرعونـــى ــ المجـــلد الأول ــ مكتبة النهضة المصرية ــ القاهرة ــ ١٩٦٢ ٠

٣٢ــ **نادية لقمة**
" علاج وصيانة الأخشاب الملتفة تطبيقا على آحدى عربات الملك توت عنخ آمـــون" ـــ رسالة ماجستيـــر ــ قسم الترميم ــ كلية الآثار ــ جامعة القاهرة ــ ١٩٨٦ ٠

٣٣ـ نجيب ميخائيل أبراهيم
"مصر والشرق الأدنى القديم "ـ الجزء الأول ـ الطبعة الثانية ـ مطبعة الأسكندرية بمحرم بك ـ ١٩٥٧ ٠

٣٤ـ نسرين محمد نبيل الحديدى
"علاج وصيانة الأخشاب تطبيقاً على تابوتين بالمتحف المصرى بكلية الآثار" – رسالة ماجستير –جامعة القاهرة –كلية الآثار –قسم الترميم –القاهرة –١٩٩٧ .

٣٥ـ هدى عبد الحميد أبو زيد
"علاج وصيانة الأخشاب تطبيقا على نماذج لمراكب خشبية من المتحف المصرى بالقاهرة" ـ رسالة ماجستير ـ كلية الآثار ـ جامعة القاهرة ـ ١٩٨٧ ٠

٣٦ـ وليم نظير
"الثروة النباتية عند قدماء المصريين" ـ الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر ـ القاهرة ـ ١٩٧٠ ٠

ثانياً : المراجع المعربة

٤٠ـ أيتين دريوتون وجاك فانديية
" مصر "ـ ترجمة عباس بيومى ـ مراجعة محمد شفيق غربال وعبد الحميد الدواخلى ـ مكتبة النهضة المصرية ـ القاهرة ـ ١٩٥٤ ٠

٤١ـ أدامز فيليب وآخرون
" دليل تنظيم المتاحف "ـ ترجمة محمد حسن عبد الرحمن ـ الهيئة المصرية العامة للكتاب ـ القاهرة ـ ١٩٩٣ ٠

٤٢ـ أدولف أرمان وهرمان رانكة
" مصر والحياة المصرية فى العصور القديمة" ـ ترجمة عبد المنعم أبو بكر ومحرم كمال ـ القاهرة ـ ١٩٤٥ ٠

٤٣ـ الفريد لوكاس
" المواد والصناعات عند قدماء المصريين "ـ ترجمة ذكى أسكندر ومحمد غنيم ـ الطبعة الثالثة ـ دار الكتاب المصرى ـ القاهرة ـ ١٩٤٥ ٠

٤٤ـ الن شورتر
"الحياة اليومية فى مصر القديمة"ـ ترجمة نجيب ميخائيل أبراهيم ومحرم كمال ـ مكتبة الأنجلو المصرية القاهرة ـ ١٩٥٦ ٠

٤٥ـ أيزوماك دانيلز
" مقدمة فى علم تشريح النبات" ـ ترجمة عبد الفتاح القصاص وآخرون ـ مراجعة عبد الحليم منتصر ـ مطبعة جامعة عين شمس ـ القاهرة ـ ١٩٦٢ ٠

٤٦ـ دريوتون
" التصوير والنحت عند قدماء المصريين" ـ ترجمة محمد عبد المحسن الخشاب ـ مطبعة نهضة مصر ـ القاهرة ـ ١٩٤٧ ٠

٤٧ـ سيريل الدريد
"الحضارة المصرية من عصور ما قبل التاريخ حتى نهاية الدولة القديمة "ـ الطبعة الثانية ـ ترجمة مختار السويفى ـ الدار المصرية اللبنانية ـ القاهرة ـ ١٩٩٢ ٠

٤٨ـ ٠٠٠٠٠
"الفن المصرى القديم" ـ ترجمة أحمد زهير ـ مطابع هيئة الآثار المصرية ـ القاهرة ـ ١٩٩٠ ٠

٤٩ـ سير ألن جاردنر
" مصر الفراعنة" ـ ترجمة نجيب ميخائيل ـ مراجعة عبد المنعم أبو بكر ـ الهيئة المصرية العامة للكتاب القاهرة ـ ١٩٧٣ ٠

٥٠ـ كريستيان ديروش نوبلكور
"الفن المصرى القديم "ـ ترجمة محمد خليل النحاس وأحمد محمد رضا ـ مراجعة عبد الحميد زايد ـ القاهرة ـ ١٩٩٠ ٠

٥١ـ مرجريت مرى
"مصر ومجدها الغابر" ـ ترجمة محرم كمال ونجيب ميخائيل ـ لجنة البيان العربى ـ القاهرة ـ ١٩٥٧.

٥٢ـ والتر إمرى
"مصر فى العصر العتيق" ـ " الأسرتان الأولى والثانية" ـ ترجمة راشد محمد نوير ومحمد على كما الدين ـ مراجعة محمد عبد المنعم أبو بكر ـ دار نهضة مصر للطبع والنشر ـ القاهرة ـ ١٩٦٧ ٠

٥٣ـ ياروسلاف تشرنى
" الديانة المصرية القديمة" ـ ترجمة أحمد قدرى ـ مطابع هيئة الآثار المصرية ـ القاهرة ـ ١٩٨٧ ٠

ثالثاً: المراجع الأجنبية

1- Adams, D.
"Catalog of materials – supplies – Tools for the professional Conservators and Archivist", Conservation Materials LTD., Sparks, Nivada, 1995.

2- Aldred, c.
"Old Kingdom Art in Ancient Egypt", Alec Tiranti LTD., London, 1949.

3-……
" Egypt to the End of the Old Kingdom", Thames and Hudson, London, 1965.

4-……
"Fine Wood-Work",A History of Technology, Vol. I, At the Clarendon Preess, Oxford, England ,1958 .

5- Allen, N.S.
"Action of Light on Dyed and Pigmented Polymers", Polymer in Conservation, the Royal Society of Chemistry, U.S.A, 1992 .

6- Aqualon,
"Klucel, Physical and Chemical Properties", Aqualon Company, U.S.A, 1990.

7-……
"Culminal, Physical and Chemical Properties", Aqualon Company, U.S.A., 1990.

8- Arganbright, D.
"Treatments and Coatings to Control Dimensional Movement", Journal of Wood Conservation, Vol. 1, 1985, the Conservation Technology Group, U.S.A., 1985.

9-……
"A Review of the physical Properties of Wood", Journal of Wood Conservation, Vol. 1, 1985, the Conservation Technology Group, U.S.A., 1985 .

10- Ashurst, N.
"Cleaning Historic Buildings", Vol. 2, Cleaning Materials and Processes, Donhead Publishing LTD., United Kingdom, 1994.

11- Baher, H.S.
"Furniture in The Ancient World", A Giniger Book in Association with the Macmillan Company, New York, 1965.

12- Ballestrem, A.
"Cleaning of Polychrome Sculpture", Conservation of Wooden Objects, Vol. 2, New York Conference on Conservation of Stone and Wooden Objects, IIC., Second Edition, London, 1971 .

13- Barkour, R.J.
"Treatment for Waterlogged and Dry Archaeological Wood", Archeaological Wood, Advance in Chemistry, Series 225,the American Chemical Society,Washington ,1990 .

14- Barclay, R. and Mathias, C.
"An Epoxy / Microballoon Mixture for Gap Filling in Wooden Objects", Journal of the American Institute for Conservation, Vol. 28, No. 1, 1989, the American Institute for Conservation, U.S.A, 1989 .

15- Barkov, Z. and Lambert, F.
"Mechanical Properties of Some Fill Materials for Ceramic Conservation", ICOM Committee for Conservation, 7th Treenail Meeting, Copenhagen, 1984 .

16- Barrette,B.
"Climate Control, The Egyptian Galleries at the Metropolitan Museum of Art", ICOM Committee for Conservation, 7th Trennial Meeting, Copenhagen, 1984.

17- Bendtsen, A.B. and others
"Mechanical Properties of Wood", the Encyclopedia of Wood, Revised Edition, Sterling Publishing Co., Inc., New York, 1989 .

18- Berger, G. and others
"The Procedure of Developing an Adhesives and Consolidants", IIC, London, 1984.

19- Blackshaw, S. and Ward, S.E
"Simple Tests for Assessing Materials for use in Conservation", the Proceedings of the Symposium Resins in Conservation, Scottish Society for Conservation and Restoration, U.K., 1983 .

20- Blanchette, R.A.
"Biodeterioration of Archaeological Wood", Biodeterioration Abstructs, Vol.9, No.2, June 1995, CAB International, U.S.A, 1995 .

21- ……
"A Guide to Wood Deterioration Caused by Microorganisms and Insects", The Structural Conservation of Panel Paintings, Proceedings of a Symposium at the Paul Getty Museum 24 – 28 April 1995, the Getty Conservation Institute, Los Angeles, 1995 .

22- Blanchette, R.A. – Nilsson, T. and others
"Biological Degradation of Wood", Archaeological Wood, Advance in Chemistry, Series 225, the American Chemical Society, Washington DC., 1990 .

23- Blanchette, R.A. , Cease, K.R. and others
"An Evaluation of Different Forms of Deterioration found in Archaeological Wood",International Biodeterioration 28, 1991, Elsevier Science Publishers, England, 1991.

24- Blanchette, R.A. and Simpson, E.
"Soft Rot and Wood Pseudomorphs in an Ancient Coffin from Tumulus MM at Gordion", Turkey, IAWA Bulletin n.s., Vol. 13 (2), U.S.A., 1992 .

25- Blanchette, R.A. , Wilmering, A. and Baumeister, M.
"The use of Green Stained Wood Caused by Fungus Chlorociboria in intarsia Masterpieces from the 15th Century", Holzforschung, Vol. 46, 1992, No. 3, Walter

de Gruyter, New York, 1992 .

26- Blanchette, R.A. – Haight, J. and others
"Assessment of Deterioration in Archaeological Wood from Ancient Egypt", Journal of the American Institute for Conservation, Vol. 33, no.1, 1994, the American Institute for Conservation, U.S.A., 1994 .

27- Borchardt, V.L.
"Statuen Und Statuetten Von Königen Und Privatleuten im Museum Von Kairo", Tell I ,Reichsdruckerei, Berlin, 1911.

28-……
"Works of Art from the Egyptian Museum at Cairo", Transleted by Reisner,G. , Kunstanstalt Stengel Co. LTD., Dresden.

29- Bott, G.
"Amylase for Starch Removal from a Set of 17th Century Embroidered Panels", The Conservator, No. 14, 1990, the United Kingdom Institute for Conversation, U.K., 1990

30- Bradley, S.
"Strength Testing of Adhesives and Consolidants for Conservation Purposes", Adhesives and Consolidants, IIC, London, 1984 .

31-Campbell, M. and Stewart, J.
"The Medical Mycology Handbook",Awiley Medical Publication, New York,1980.

32- Capart, J.
"Some Remarks on the Sheikh El-Beled", the Journal of Egyptian Archaeology, Vol.VI, The Egypt Exploration Fund, London, 1920 .

33- ……
"L'art Ègyptien", Tome II, La Statuaire, Etabl. Vromant S.A, D'imprimerie D'editin, Bruxeelles, 1948.

34- Coates, D.F.
"Rock Mechanics Principles", Mines Branch Monograph 874, Canada, 1970.

35- Considine, B.
"Furniture, Caring For your Collections", the National Committee to Save America's Cultural Collections, Harry N. Abrams Inc. Publishers, New York, 1992.

36- Crafts Council,
"Adhesives and Coatings", Science for Conservators,Book 3,Publised by the Crafts Council,London,1983 .

37-……
"Cleaning",Science for Conservators,book 2,Publised by Crafts Council , London,1983.

38- Craft, M.L. and Solz ,J.A.
" Commercial Vinyl and Acrylic Fill Materials",JAIC., vol.37,The American

Institute for Conservation,U.S.A.,1998 .

39-Creffield, J.W.
"Wood-Destroying Insects,Wood Borers and Termites",CSIRO,Australia,1996.

40-De La Rie,E.R. and Shedrinsky,A.M.
"The Chemistry of Ketone Resins and the Synthesis of A Derivative with Increased Stability and Flexibility",Studies in Conservation,vol.34,no.1, I.I.C.,U.S.A.,1989 .

41-Derrich,M.R. , Doehne,E.A. and others
"Some New Analytical Techniques for Use in Conservation", JAIC., vol.33 , No.2 ,The American Institute For Conservation,U.S.A.,1994 .

42- Devries,K.L. and Borgmeier,P.R.
"Testing of Adhesives",Handbook of Adhesive Technology,Marcel Dekker Inc., New York,1994 .

43-Dodd,R.
"Review of Wood Anatomy",Journal of Wood Conservation ,vol.1,no.1,The Conservation Technology Group,U.S.A.,1985 .

44-......
"Methods in Macroscopic and Microscopic Analysis of Wood", Journal of Wood Conversation,Vol.1, No.1,1985,The conservation Technology Group,U.S.A, 1985 .

45-......
" Degradation of Wood", Journal of Wood Conservation, Vol. 1, No. 1, 1985, The Conservation Technology Group, U.S.A, 1985 .

46-......
" Crafts and Tools", From Egypt's Golden Age, Museum of Fine Arts, Boston, 1982.

47- Drioton, E.
"Encyclopédie Photographique De L'art Le Musée Du Caire" Édition Tel.,France, 1949.

48- Down , L.
" Adhesive Testing at The Canadian Conservation Institute, Past and Future", From Adhesives and Consolidants, I.I.C., London, 1984.

49- Down, J. , Macdonald, M. and Others
"Adhesive Testing at the Canadian Conservation Institute – An Evaluation of Selected Poly Vinyl Acetate and Acrylic Adhesives", Studies in Conservation, Vol. 41,I.I.C.,U.S.A., 1996 .

50-Eaton, R. A. and Hale, M.D.C.
" Wood Decay, Pests and Protection", Champan and Hall, London, 1993.

51-Edlin, H.L.
"What Wood is That?", Amanual of Wood Identification, Viking Penguin Inc., New York, 1969.

52- El Hadidi, M.N. & El Fayoumi, H.H.
"Catalogue of the Archaeobotanical Specimens in Cairo", University of Herbarium,1. Abu Sha'ar Site, Red Sea Coast – Egypt, in Taeckkolmia 16, Cairo University Harbarium, Egypt, 1996 .

53- El Goresy, A. and Others
" Egyptian Blue –Cuprorivaite –A Window to Ancient Egyptian Technplpgy", Autor El Goresy , Germany, 1983 .

54- Erhardt, D. and Others,
"New Versus Old Wood Differences and Similarities in Physical, Mechanical and Chemical Properties",Icom. Committee for Conservation, 11th Triennial Meeting, Vol. 2, Edinburgh, 1996 ..

55- Eslyn, W.E. and Others
"Protection from Organisms that Degrade Wood", The Encyclopedia Of Wood, Revised Edition, Sterling Publishing Co., Inc., New York, 1989 .

56- Faherty, K.F - Williamson, T.G.
"Wood Engineering and Construction Handbook", Second Edition Mc Graw- Hill, Inc., U.S.A, 1995

57- Farmer, R.H. and Others
"Handbook of Hardwoods", Second Edition, Her Majesty's Stationery Office, London, 1975.

58- Feist, W.C.
"Outdoor Wood Weathering and Protection", from Archaeological Wood, Advanc in Chemistry, Series 225, The American Chemical Society , Washington DC., 1990 .

59- Feller, R.L. and Curran, M.
"Studies on Photochemical Stability of Thermoplastic Resins" in ICOM Committee for Conservation, 4th Triennial Meeting, Venice, 1975 .

60-......
"Solubility and Crooslinking Characteristics of Ethylene / Vinyl acetate Copolymers", Bulletin of the American Group – 11C. 11, 1970 .

61-......
"Standards in the Evaluation of Thermoplastic Resins", Paper Delivered at the Fifth Triennial Meeting of the International Council of Museums, Committee for Conservation, Zagreb, 1978 .

62- Fischer, G.
"Brief Communication, An Old Kingdom Expedient for Anchoring Inlaid Eyes", The Journal of Egyptian Archaeology, Vol.75, the Egypt Exploration Society, London, 1989 .

63- Florian, M.L.
"Scope and History of Archaeological Wood", from Archaeological Wood,

Advance in Chemistry Series 225, the American Chemical Society, Washington DC., 1990 .

64- Florian, M. , Kronkright, D. and Norton,R.
"The Conservation of Artifacts Made From Plant Materials", the Paul Getly Trust, U.S.A , 1990.

65- Forbes, R.J.
"Chemical, Culinary And Cosmetic Arts", A History of Technology, Vol. I, At the Clarendon Press, Oxford, England, 1958 .

66- Gänische, S. and Hirx, J.
"A Translucent Wax – Resin Fill Material For The Compensation of Losses in Objects", JAIC. 36, U.S.A,1997 .

67- Gettens, R.J. and Stout, G.L.
" Painting Materials", A short Encyclopaedia, Dover Publications, Inc., New York, 1966.

68- Gillerg, M. and Brokerhof, A.
"The Control of Insect Pests in Museum Collections, the Effects of Low Temperature on Stegobium Paniceum, the Drugstore Beetle", Journal of the America Institute for Conservation, Vol.30, No. 2, 1991, Published by A.I.C., U.S.A. 1991 .

69- Glastrup,m .
"A Note on the Analysis of the Binding Medium from A Phoenician Shipwreck, Studics in Conservation Vol. 40, I.I.C., U.S.A.,1995 .

70- Gowers, H.J.
"The Treatment of Ethnographical Wood",Conservation of Wooden Objects , Vol.2, New York,Conference on Conservation of Stone and Wooden Objects,New York,1970.

71- Grattan, D.W. and Barclay, R.L.
"Study of Gap – Fillers for Wooden Objects", Studies in Conservation, Vol. 3, No. 2, 1988, The Journal of the International Institute for Conservation {IIC}, U.S.A. 1988.

72- Green, R.
"Recent Analysis of Pigments from Ancient Egyptian Artefacts" Conservation in Ancient Egyptian Collections, Archetype Publications, London, 1995 .

73- Grozdits, G.A.
" Choice of Adhesives for Wood", Journal of Wood Conservation, Vol. 1, No. 1, 1985, The Conservation Technology Group, U.S.A. 1985 .

74-......
" Technology of Wood Adhesion – A General Consideration", Journal of Wood Conservation,Vol.1, No.1,1985,The Conservation Technology Group,U.S.A., 1985

75- Hansen, E. , Sadoff, E. and Lowinger, R.
" A Review of Problem Encountered in the Consolidation of Paint on Ethnographic Wood Objects and Potential Remedies", Icom Committee for Conservation, 9th Triennial Meeting, Volume I, Dresden, German Democratic Republic, 1990.

76- Hansen, F. , Derrick, M. and Others
"The Effects of Solution Application on Some Mechanical and Physical Properties of Thermoplastic Amorphous Polymers Used in Conservation", Journal of the American Institute for Conservation, Vol. 30, No. 2, 1991, AIC., U.S.A, 1991 .

77- Hansen, E. and Bishop, M.
" Factors Affecting the Re-treatment of Previously Consolidated Matte Painted Wooden Objects", The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 1998 .

78- Harwey, R. and Freedland, C.
"Exhibition and Storage of Archaeological Wood", Archaeological Wood, Advance in Chemistry, Series 225, The American Chemical Society, Washington DC, 1990 .

79 – Hatchfield, P.
"Note on A Fill Material for Water Sensitive Objects", Journal of the American Institute for Conservation, Vol.25, No. 2, 1986, A.I.C. , 1986.

80 - ......
"The Use of Cellulose Ethers in the Treatment of Egyptian Polychromed Wood", in Conservation of Ancient Egyptian Materials, United Kingdom Institute for Conservation, Archaeology Section, U.K.,1988 .

81- Hatchfield, P. and Koester, R.
"Scanning Electron Microscopic Examination of Archaeological Wood Microstructure Altered by Consolidation Treatments", in Scanning Microscopy, Vol. I, No. 3, Scanning Microscopy International, U.S.A 1987 .

82- Hatchfield, P. and Newman, R.
" Ancient Egyptian Gilding Methods", in Gilded Wood Conservation and History, Sound View Press Madison, Connecticut, 1991 .

83- Hatchfield, P. and Marincola, M.
"Compensating Losses: Tissue Paper Fills for Sculpture", from the Loss Compensation: Technical and Philosophical Issues, Objects Specialty Group Session 1994, Volume Two, the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, U.S.A, 1995 .

84- Haupt, M. - Dyer, D. and Hanlan, J.
" An Investigation into Three Animal Glues", The Conservator, No. 14, 1990, United Kingdom Institute for Conservation, U.K., 1990 .

85- Hauser, R.
" Enzymes in Conservation ", A Conference Report, from Technology & Conservation Magazine, Vol. 11, No. 4, Susan E. Schur, U.S.A, 1993 .

86- Hedges, J.I.
" The Chemistry of Archaeological Wood", from Archaeological Wood, Advances in Chemistry Series 225, the American Chemical Society, Washington DC., 1990

87- Heinrich Schäfer
"Principles of Egyptian Art", Translated by John Bainer, Clarendon Press, Oxford. 1974.

88- Hercules ,
"Ethyl Cellulose,Chemical and Physical Properties",Hercules Company, U.S.A,1989.

89- Hickin, N.
" Wood Destroying Insects and Works of Arts", Conservation of Wooden Objects, Vol. 2, Second Edition, New York Conference on Conservation of Stone and Wooden Objects , I.I.C, New York, 1970 .

90- Hoadley,B.
" The Dimensional Response of Wood to Variation in Relative Humidity", Conservation of Wood in Painting and the Decorative Arts, the International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, London, 1978 .

100 -……
"Identifying Wood", the Taunton Press, 1990, U.S.A.

101-……
"Understanding Wood",TheTaunton Press,U.S.A., 1994.

102-……
"Wood as a Physical Surface for Paint Application" Painted Wood , History and Conservation, The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 1998 .

103- Hodges, H.
"Artifacts,an Introduction to Early Materials and Technology", Ronald P. Frye and Company, Canada, 1988.

104- Hon, D.N.
"Analysis of Adhesives", Handbook of Adhesives Technology, Marcel Dekker Inc., New York, 1994 .

105- Horie, C.V.
"Materials for Conservation Organic Consolidants", Adhesives and Coatings, Butterworth Series in Conservation and Museology, U.K., 1987.

106-Hornemann, B.
"Types of Ancient Egyptian Statuary", H.P. Hansens Bogtrykkeri, Copenhagen,
Vol.1, 1951.
Vol.2,3, 1957.
Vol.4,5, 1966
Vol.6,7, 1969.

107- Howells, R. and Burnstock, A.
"Polymer Dispersions Artificially Aged", The Conservator, No.9, The United Kingdom Institute for Conservation, U.K.,1985 .

108- Ilic, J.
"Csiro Atlas of Hard Woods", Springer- Verlag, New York, 1991.

109- Jaeschke, H.F.
"Oriental Lacquer, a Natural Polymer", Polymers in Conservation, The Royal Society of Chemistry, U.S.A.,1992 .

110- Jackson, A. and Day, D.
"Good Wood Handbook", Betterway Publications, U.S.A., 1992.

111- Jagiella, C. and Kurschner, H.
"Atlas Der Holzer Saudi Arabiens", Dr. Ludwig Reichert Verlag, Wiesbaden, 1987.

112- Joel, F. LTD. Catalog,
"Museum Laboratory and Archaeological Supplies", Frank W. Joel LTD., U.K.,1981.

113- Johnson, C. , Head, K. and Green, L.
"The Conservation of A Polychrome Egyptian Coffin", Studies in Conservation, Vol.40, No.2,The International Institute for Conservation ,U.S.A.,1995 .

114- Johnson, H.
"The International Book of Wood", Crescent Book, New York, 1984.

115- Johnston, J.
"Physical Testing of Pressure- Sensitive Adhesive Systems", Handbook of Adhesive Technology, Marcel Dekker Inc., New York, 1994 .

116- Kaye, B.
" Conservation of Waterlogged Archaeological Wood", Chemical Society Reviews Vol. 24, U.S.A. , 1995 .

122- Khandekhar, N. , Phenix, A. and Sharp, J.
"Pilot Study into the Effects of Solvents on Artificially Aged Egg Tempera Films", The Conservator, No.18,The United Kingdom Institute for Conservation, U.K., 1994

123- Killen, G
" Ancient Egyptian Furniture", Aris and Phillips Ltd., England, 1980.

124- ......
" Egyptian Woodworking and Furniture", Shire Publications Ltd., Buckinghamshire, U.K., 1994.

125- Kingsolver, J.M.
" Illustrated Guide to Common Insect Pests in Museums", A Guide to Museum Pest Control, The Foundation of the American Institute for Conservation of

Historic and Artistic Works, Washington, 1988.

126- Klein, P. and Bräker, F.
" Investigations on Swelling and Shrinkage of Panels with Wooden Support", Icom Committee for Conservation 9th Terminal Meeting, Dresden, German Democratic Republic, Volume I, the ICOME Committee for Conservation, U.S.A, 1990 .

127- Kleiner, L. M.
" Ancient Binding Media Varnishes and Adhesives", ICCROM, Rome, 1985.

128- Kushel, D.
"Varnish Resins for Conservation – Useful Working Data", Published by Bufelo State College, Art conservation Department, New York, 1988 .

129- Landrey, G., J.
"The Use of Fluorescent Microscopy in Furniture Conservation"", ICOMCommittee for Conservation, 9th Triennial Meting,Volume II, Dresden, German Democratic Republic, 1990 .

130- Larson, L. , Kim Shin, K. and Zink, J.I.
"Photoluminescence Spectroscopy of Natural Resins and Organic Binding Media of Paintings, Journal of the American Institute for Conservation, Vol. 30, No. 1, 1991, Published by A.I.C., U.S.A, 1991 .

131- Lauer, J.P
"Saqqara, the Royal Cemetery of Memphis", Excavations and Discoveries Since 1850, Thames and Hudseon, London.

132- Leospo, E.
"Woodworking: Furniture and Cabinetry, from Egyptian Civilization Daily Life", Istituto Bancario San Paolo di Torino, Italy.

134- Mariette, A.
" Les Mastabas De L'ancien Empire", Vieaveg. Libraire – Editeur, Paris, 1889 .

135- Maspero, G.
" Egyptian Archaeology", Translated by Amelia Edwards, Second Edition . H. Grevel and Co., London, 1889,

136- Massy, R.
"Formulas for Painters", Watson – Guptill Publications, New York, 1967.

137- Mecklenberg, M. and Others
"Structural Response of Painted Wood Surfaces to Changes in Ambient Relative Humidity",The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 1998.

138- Michalowski, K.
"Great Sculpture of Ancient Egypt", Reynal & Company, New York, 1978.

139-......
"Art of Ancient Egypt", Harry N. Abrams, Inc. Publishers, New York.

140- **Michalski, S. and Dignard, C.**
"Ultrasonic Misting ", Part 1, Experiments on Appearance Change and Improvement in Bonding, JAIC. ,Vol. 36, U.S.A., 1997 .

141- **Michalski, S. and Others**
"The Ultrasonic Mister Applications in the Consolidation of Powdery Paint on Wooden Artifacts" , the Getty Conservation Institute, Los Angeles, 1998.

142- **Mihailov, A.D.**
"Conservation of Wooden Works of Art in Bulgaria", Conservation of Wooden Objects, Vol.2, New York Conference on Conservation of Stone and Wooden Objects, IIC., Second Edition, London ,1971.

143- **Mills, J.S. and White, R.**
"The Organic Chemistry of Museum Objects", Butterworths, England, 1987.

144- **Moore, Jr. H.B.**
"Deterioration by Insects and Other Animals During Use", Concise Encyclopedia of Wood and Wood-Based Materials, the Mit Press Cambridge, U.S.A, 1989.

145- **Morse, E.**
"Enzyme Treatment for Conserving Artistic / Historic Works", Technology and Conservation Magazine, Vol. 1, 1992, Publisher Swsan E. Schur, U.S.A, 1992 .

146- **Murray, M.**
"Egyptian Sculpture", Duckworth, London, 1930 .

147- ......
"Saqqara Mastabas", Part I, Egyptian Research Account, Tenth Year 1904, Histories and Mysteries of Man LTD., London, 1989 .

148- **Nahed Abd el Moniem Mourad Waly,**
"Documentary and Comparative Anatomical Study of the Wood and Charcoal Plants of Ancient Egypt", Thesis Submitted to the Faculty of Science, Cairo University for the Degree of Ph. D. In Botany, Cairo, 1994.

149- **Nakhla, S. M. A.**
"Comparative Study of Resins for the Consolidation of Wooden Objects", Studies in Conservation, Vol. 31, No. 1, IIC., London ,1986 .

150- **Mc Neill, I.C.**
"Fundamental Aspects of Polymer Degradation", from Polymers in Conservation, the Royal Society of Chemistry, U.S.A, 1992 .

151- **Nilbi, A.**
"Ancient Egypt and Some Eastern Neighbours",Noyes Press ,U.S.A, 1981.

152- **Nilsson, T. Daniel, G.**
"Structure and the Aging Process of Dry Archaeological Wood", Archaeological Wood, Advance in Chemistry, Series 225, the American Chemical Society, Washington DC, 1990 .

153- **Packard, E.**
"Consolidation of Decayed Wood Sculpture", Conservation of Wooden Objects, Vol.2, New York Conference on Conservation of Stone and Wooden Objects, IIC., Second Edition, London, 1971 .

154- **Padfield, T. Jensen, P.**
"Low Energy Climate Control in Museum Stores", Icom Committee for Conservation 9th Triennial Meeting, Volume II, Dresden German Democratic Republic , 1990 .

155- **Panshin, A. J. Zeeuw, C. D.**
"Textbook of Wood Technology", Mc Graw – Hill Book Company, U.S.A, 1970.

156- **Paolo ,M. and Others**
" Conservation of Wall Paintings ", Butterworths, London, 1984 .

157- **Peterson, C.E.**
"New Directions in the Conservation of Archaeological Wood", Archaeological Wood, Advance in Chemistry, Series 225, The American Chemical Society, Washington DC, 1990 .

158-......
"Arts and Grafts of Ancient Egypt", A.C. Mc Clurg and Co., Chicago, 1910.

159- **Phillips, J .**
"The Composite Sculpture of Akhetaten", From Amarna Letters , Volume Three, KM.T. Communications, San Francisco, California, U.S.A., 1994 .

160- **Philip, W.**
"The Nature of Conservation", the Getty Conservation Institute, Second Printing, California, 1989,

161- **Pitt, J.I. and Hocking, A.D**
"Fungi and Food Spoilage", Academic Press, Sydney, 1985.

162- **Plenderleith, H.J. and Werner, A.E.**
"The Conservation of Antiquities and Works of Arts", the Oxford University Press, London, Oxford, 1971.

163- **Podmaniczky, M.S.**
"Structural Fills for Large Wood Objects Contrasting and Complementary Approaches", JAIC., Vol. 37 ,U.S.A., 1998 .

164- **Porter, B. and Moss, R.**
"Topographical Bibliography of Ancient Egyptian Hieroglyphic Texts , Reliefs and Paintings", III. Memphis, Part2, Saqqara to Dahshoûr, Griffith Institute,

Ashmolean Museum, Oxford, 1977.

165- Rene`de La Rie ,E. and Shedrinsky ,M.A.
"The Chemistry of Ketone Resins and the Synthesis of a derivative with Increased Stability and Flexibility ",Studies in Conservation ,I.I.C.,Vol. 34,No. 1, London, 1989..

166- Rene`de La Rie ,E.
"Stability and Function of Cotings Used in Conservation ",Polymers in, Conservation , The Royal Soiety of Chemistry, U.S.A., 1992 .

167- Rice, J.T.
"Gluing of Archaeological Wood",Archaeological Wood ,Advance in Chemistry, Series 225, The American Chemical Society, Washington DC, 1990 .

168-Robson, M.
"Early Advances in The Use of Acrylic Resins for The Conservation of Antiquities", Polymer in Conservation, The Royal Society of Chemistry, U.S.A., 1992 .

169- Rohm,
"Plexisol B597", Rohm GMBH, Merkblatt, Germany, 1975.

170- Russmann, E. R.
"Egyptian Sculpture Cairo and Luxor",The American University in Cairo, Egypt,1989.

171- Donadoni, A.M.
"Religious Beliefs", Egyptian civilization, Egyptian Museum of Turin, Istituto Bancario San Paolo di Torino, Italy, 1988.

172- ......
"Daily Life", Egyptian Civilization, Egyptian Museum of Turin, Istituto Bancario San Paolo di Torino, Italy, 198

173- Rowell, R.M.
"Chemical Modification of Cell Wall Polymers as Potential Treatments of Archaeological Wood", Archaeological Wood, Advance in Chemistry, Series 225, The American Chemical Society, Washington DC,1990 .

174- Sakuno, T. and Schniewind, A.
"Adhesive Qualities of Consolidants For Deteriorated Wood", Journal of the American Institute for Conservation, Vol.29, No.1, 1990, Publised by AIC., U.S.A.,1990 .

175- Saleh, M. and Sourouzian, H.
"The Egyptian Museum Cairo Official Catalogue", Verlag Philipp Von Zabern, Mainz, Germany, 1987.

176- Schafer, H.
"Principles of Egyptian Art", Translated by Baines,J., Clarendon Press, Oxford, 1974.

177- Schilling, M.R.
"The Glass Transition of Materials Used in Conservation ",Studies in Conservation, I.I.C., Vol.34, No.3,London, 1989 .

178- Schniewind, A. and Kronkright, D.
"Strength Evaluation of Deteriorated Wood Treated with Consolidants ", Adhesives and Consolidants, IIC.,London, 1984.

179- Schniewind, A. and Eastman, P.
"Consolidant Distribution in Deteriorated Wood Treated With Soluble Resins" Journal of The American Institute for Conservation, Vol.33, No.3,U.S.A., 1994 .

180- Schniewind, A.
"On the Reversibility of Consolidation Treatments of Deteriorated Wood With Soluble Resins ",The Wooden Artifacts Group, Session 1988, American Institute for Conservation, U.S.A., 1988.

181-......
"Concise Encyclopedia of Wood &Wood Based Materials", The Mit Press, Cambridge, U.S.A., 1989.

182-......
"Physical and Mechanical Properties of Archaeological Wood", Archaeological Wood, Advances in Chemistry Series 225, The American Chemical Society, Washington DC., 1990 .

183-......
"Consolidation of Dry Archaeological Wood by Impregnation with Thermoplastic Resins", Archaeological Wood, Advances in Chemistry Series 225, The American Chemical Society, Washington DC., 1990 .

184- Schwartzbaum, P. M.
"The Conservation and Restoration of the Fire- Damaged Paintings of the Dome of the Al Aqsa Mosque Jerusalem", The International Symposium on the Conservation and restoration of Cultural Property, Japan, 1985.

185- Schweizer, F.
"Enquele Technologique", L'oeuver D'Art Sous Le Regard Des Sciences, Editions Slatkine , Geneve, 1994 .

186- Sease, C.
"The Development of The Humidity Control Module at Field Museum", Journal Of The American Institute For Conservation, Vol.30, No.2, U.S.A., 1991 .

187- ......
"Light Piping : A New Lighting System For Museum Cases", Journal of The American Institute For Conservation, Vol.32, No.3, U.S.A., 1993 .

188- Sellers, T.
"Adhesives in the Wood Industry", Handbook of Adhesive Technology, Marcel Dekker Inc., New York, 1994 .

189- Shashoua, Y. , Bradley, S. and Daniels, V.
"Degradation of Celluose Nitrate Adhesive", Studies in Conservation, IIC.,Vol.37, No.2, London, 1992 .

190- Shashoua, Y.
"Mechanical Testing of Resins for Use in Conservation", Icom Committee for Conservation, 10 the Triennial Meeting, Washington DC,1993 .

191- Silverman, D.
"Writing", Egypt's Golden Age, The Art of Living in the New Kingdom, Museum of Fine Arts, Boston, 1982 .

192- Simpson, W. and Others
"Physical Properties of Wood", The Encyclopedia of Wood, Revised Edition, Sterling Publishing Co., New York, 1989 .

193- Simpson, W. and Others
"Control of Moisture Content and Dimensional Changes", The Encyclopedia of Wood, Revised Edition, Sterling Publishing Co., New York, 1989 .

194- Simunkova, E.
"Consolidation of Wood by Consolidant Solution and Radiation Polymerization of Monomers in the Object", Conservation – Restoration of Leather and Wood , Training of Restorers, 6 the International Restorer Seminar, The National Center of Museums, Budapest, 1988 .

195- Sjastram, E.
"Wood Chemistry Fundamentals and Applications", Second Edition, Academic Press Inc., U.S.A., 1993.

196- Sliwa, J.
"Studies in Ancient Egyptian Handicraft, Woodworking", Uniwersytetu Jagiellonskiego, Warszawa, Krakow, 1975.

197- Smith, W.S.
"A History of Egyptian Sculpture and Painting in The Old Kingdom", Oxford University Press, London, 1946.

198- Stamm, A.J.
"Wood Deterioration and Its Prevention", Conservation of Wooden Objects, Vol. 2, Second Edition, New York Conference on Conservation of Stone and Wooden Objects, I.I.C., New York, 1971 .

199- Stolow, N.
"Conservation and Exhibitions", Butterworth Co.Ltd., Great Britain, 1987.

200- Storch, P.S.
"The Analysis And Conservation of Historic Wooden Gate", Recent Advances in The Conservation and Analysis of Artifacts ,Summer Schools Press, University of London, Institute of Archaeology, London, 1987 .

201- ..." Fills For Bridging Structural Gaps in Wooden Objects", Journal of The American Institute For Conservation, Vol.33, No.1, J.A.I.C., U.S.A., 1994 .

202- Taubert, J.
"The Conservation of Wood", Conservation of Wooden Objects, Vol.2, Second Edition, New York Conference on Conservation of Stone and Wooden Objects, I.I.C., New york, 1970.

203- Taylor, V.J.
"The Manual of Furniture Restoration", David and Charles Book, Great Britain, 1994.

204- Thomson, G.
"The Museum Environment", I.I.C., Butterworth Series, London, 1978.

205- Thornton, J.
"Minding The Gap Filling Losses in Gilded and Decorated Surfaces", Gilding and Surface Decoration, The United Kingdom Institute for Conservation of Historic and Artistic Works of Art, London, 1991 .

206-......
"A brief History and Review of The Early Practice and Materials of Gap–Filling in The West",Journal of The American Institute for Conservation,Vol.37, No.1, U.S.A., 1998 .

207- Tsang, J. and Cunningham, R.
"Some Improvements in The Study of Cross Sections", Journal of The American Institute for Conservation", Vol.30, No.2, U.S.A., 1991 .

208- Vandersieyen, CL.
"La date Du Cheikh El Beled (Caire CG34)", The Journal of Egyptian Archaeology, Vol.69, The Egypt Exploration Society, London, 1983 .

209- Vandier, J.
" Manuel D'archeologie Egyptienne", Tome III, Les Grandes Epoques La Statuaire, Editions A.ET.J. Picard ETGie, Paris, 1958

210- Veloz, N.E. and Chase, W.T.
"Airbrasive Cleaning Of Statuary and Other Structures", From Technology and Conservation Magazine, No.1, Publisher Susan E. Schur, U.S.A., 1989 .

211- Villers, C.
"Projects Submitted for The Diploma in The Conservation of Painting at The Courtauld Institute of Art", The Conservator, No.9,The United Kingdom Institute For Conservation, U.K., 1985 .

212- Walker, J.
"Primary Wood Processing", Chapman and Hall, London, 1993.

213- Wallon, M.H.
"Notice Historique Sur La Vie et Les Travaux de Mariette Pacha", Academie des Inscriptions et Belles-Lettres, X III, Institut de France, Paris, 1883 .

214- Ward, PH.
"The Nature of Conservation ,A race Against Time", The Getty Conservation Institute, California, 1989.

215- Webb, M.
"Methods and Materials for Filling Losses on Lacquer Objects", Journal of The American Institute for Conservation, Vol.37, No.1, JAIC., U.S.A., 1998 .

216- Weintraub , S.
"Creating and Maintaining The Right Environment ",Caring for Your Collections, The National Committee to Save American's Cultural Collections, Harry Publishers, New York, 1992 .

217- Wermuth, J.A.
"A Feedback Mechanism in Micro-Organic Deterioration", Journal of Wood Conservation, Vol.1, No.1, The Conservation Technology Group, U.S.A., 1985.

218-......
"The Measurement of Residual Strength Characteristics in Degraded Wood", Wooden Artifacts Group Session, A.I.C .Annual Meeting Chicago 1986, U.S.A., 1988.

219-......
"Simple and Integrated Consolidation Systems for Degraded Wood", Archaeological Wood, Advance in Chemistry, Series 225, The American Chemica Society, Washington DC., 1990 .

220- Werner, A.E.
"Consolidation of Deteriorated Wooden Artifacts", International Symposium on The Conservation and Restoration of Cultural Property, Conservation of Wood, Japan, 1977 .

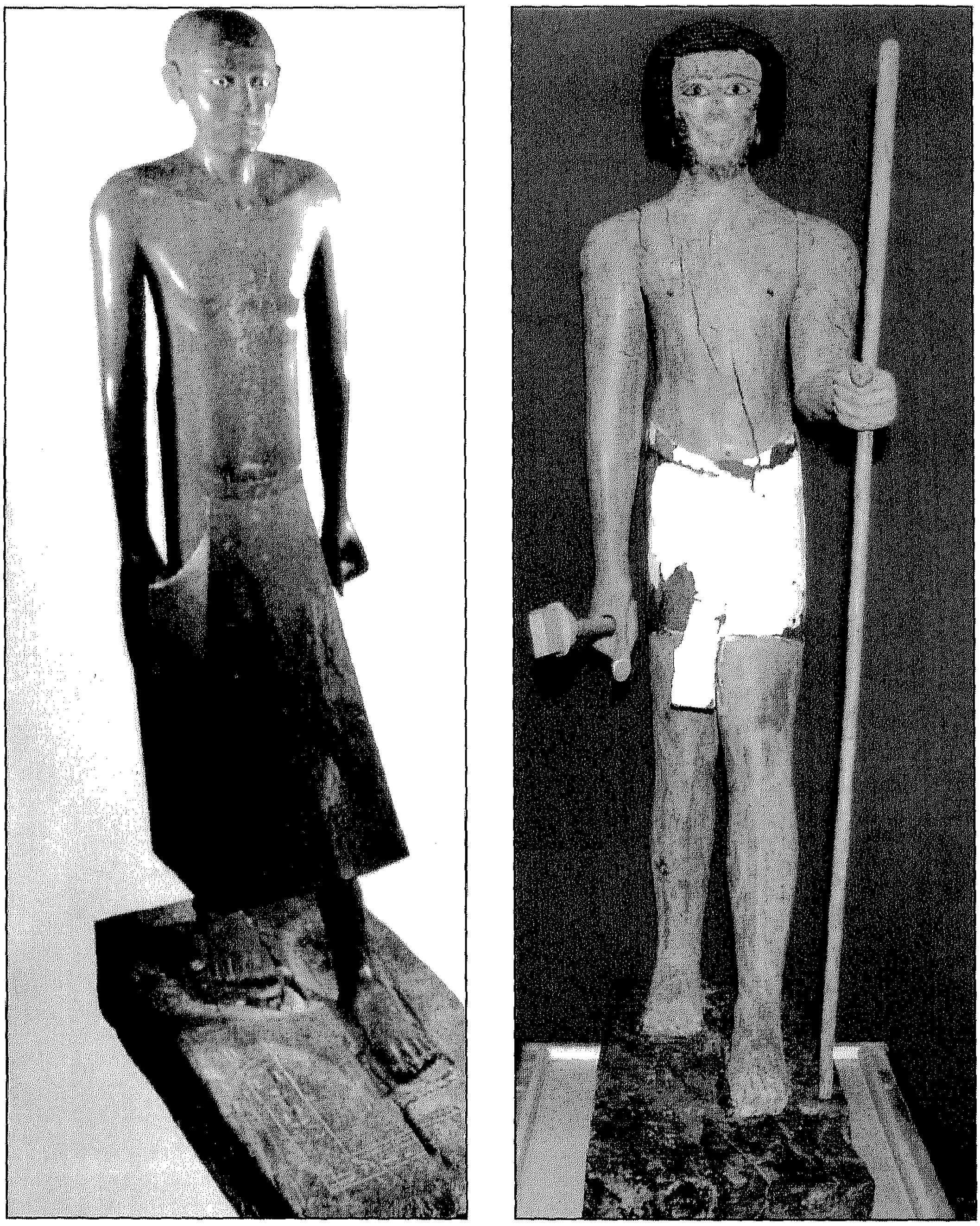
221-......
" The Conservation of Leather, Wood, Bone, Ivory and Archival Materials", In The Conservation of Cultural Property, Third Edition, Unesco, 1979.

222- Wildung, D, and Schoske, S.
"Nofret-Die Schane", Philipp Von Zyabern, Mainz, Germany, 1984.

223- Wollers, R. , Sterman, N. and Stavroudis, C.
"Notes for Workshop on New Methods in The Cleaning of Paintings", The Getty Conservation Institute, U.S.A., 1990.

224- Wolbers, R. and Others
"Poly (2-Ethyl-2 Oxezoline) A New Conservation Consolidant", The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 1998 .

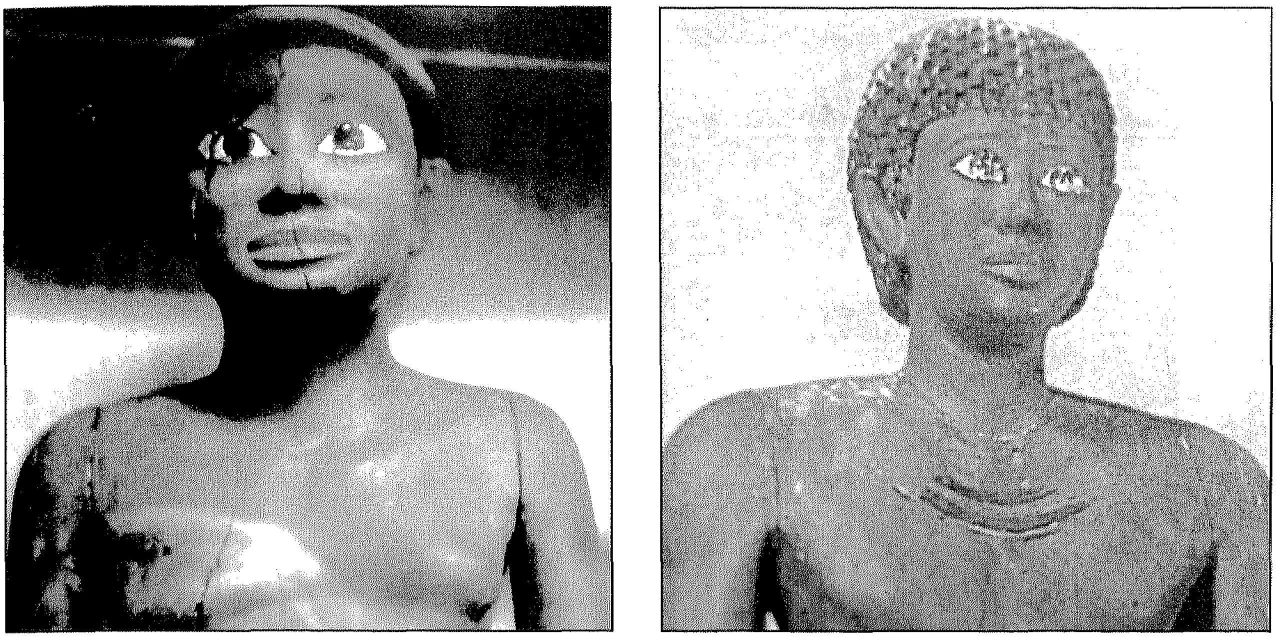
225- Wood, W.E.
"Early Wooden Tomb Sculpture in Ancient Egypt", Case Western Reserve University, PH.D.,1977, University Microfilms International, Michigan, U.S.A., 1984.



صورة رقم (١أ - ب)

المتحف المصرى رقم « JE ٣٦٢٨٣ » - ارتفاع ١٨١ سم .   متحف اللوفر رقم «١١٩٣٧» - ارتفاع ١٧٩سم .

تمثالان من الخشب للشريف « نخت » يمثلانه فى الهيئتين الرسمية والعادية ويلاحظ الاختلاف الكبير فى الهيئة وملامح الوجه .(عصر الانتقال الأول)



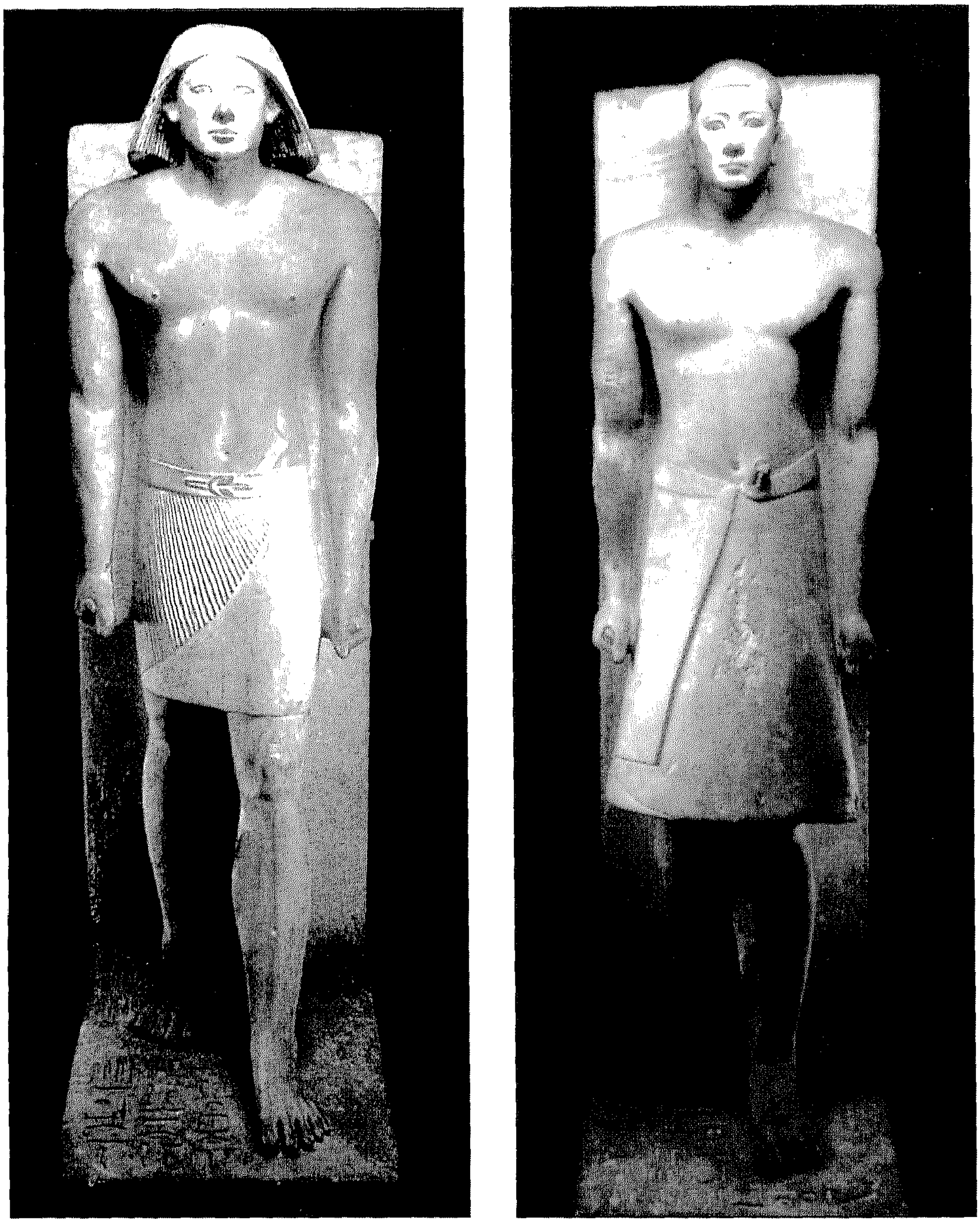
صورة رقم (٢ أ - ب)

توضح الإختلاف الكبير فى ملامح وجهى تمثالى « نى عنخ ببى » فى الهيئة الرسمية [رقم "٣٠٧٩٦" ارتفاع ١٠٥سم]
والعادية (رقم ٣٠٧٩٧ ارتفاع ٧٠سم) - (الأسرة السادسة - المتحف المصرى) .



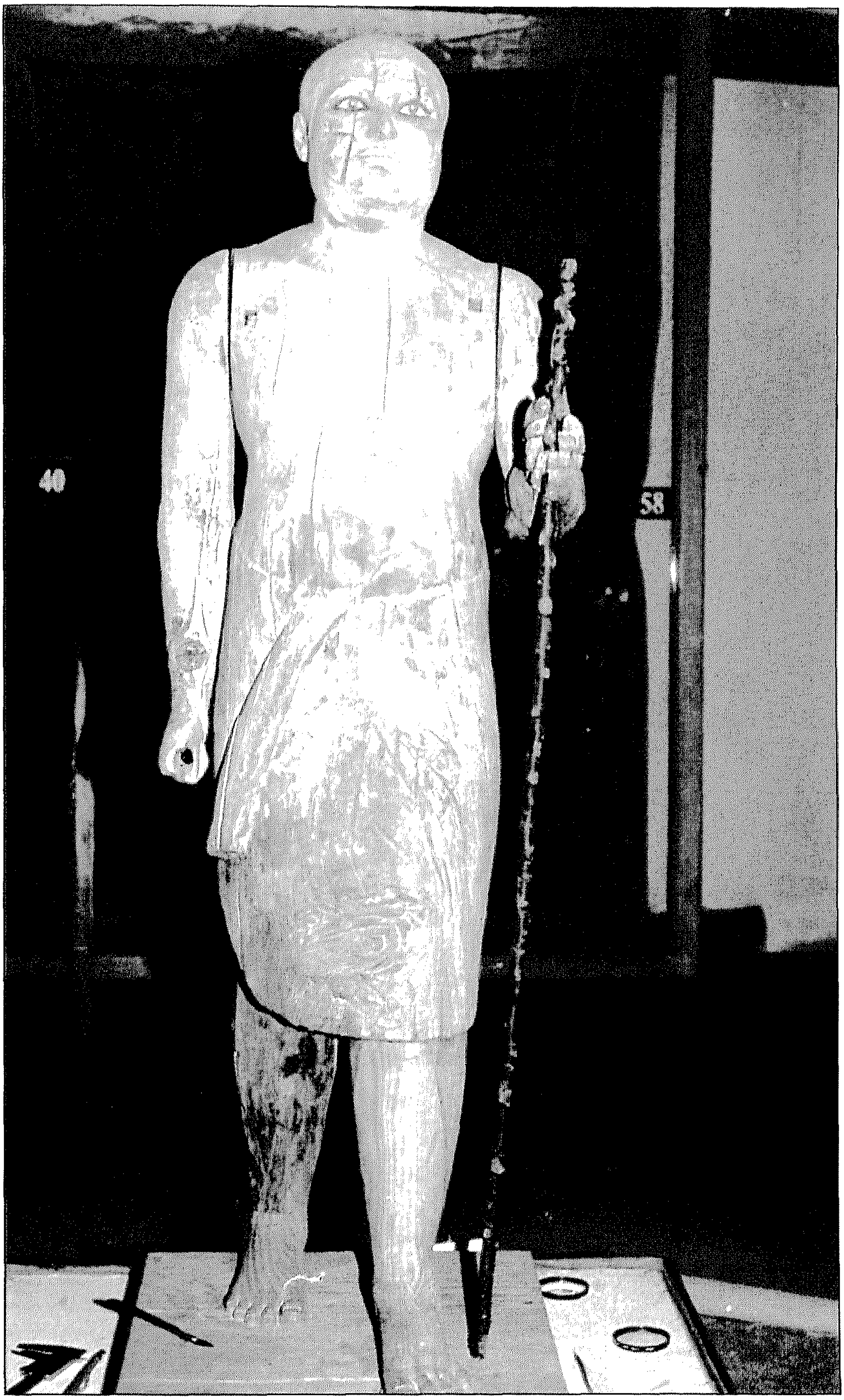
صورة رقم (٣)

توضح الأختلاف الكبير فى ملامح وجهى تمثالى «مثيتى» فى الهيئة الرسمية [رقم « ٧٧-٥٠ » ارتفاع ٨٩ سم]
والعادية [رقم «١-٥١» ارتفاع ٦١.٥ سم] - [الأسرة الخامسة - متحف بروكلين - نيويورك].



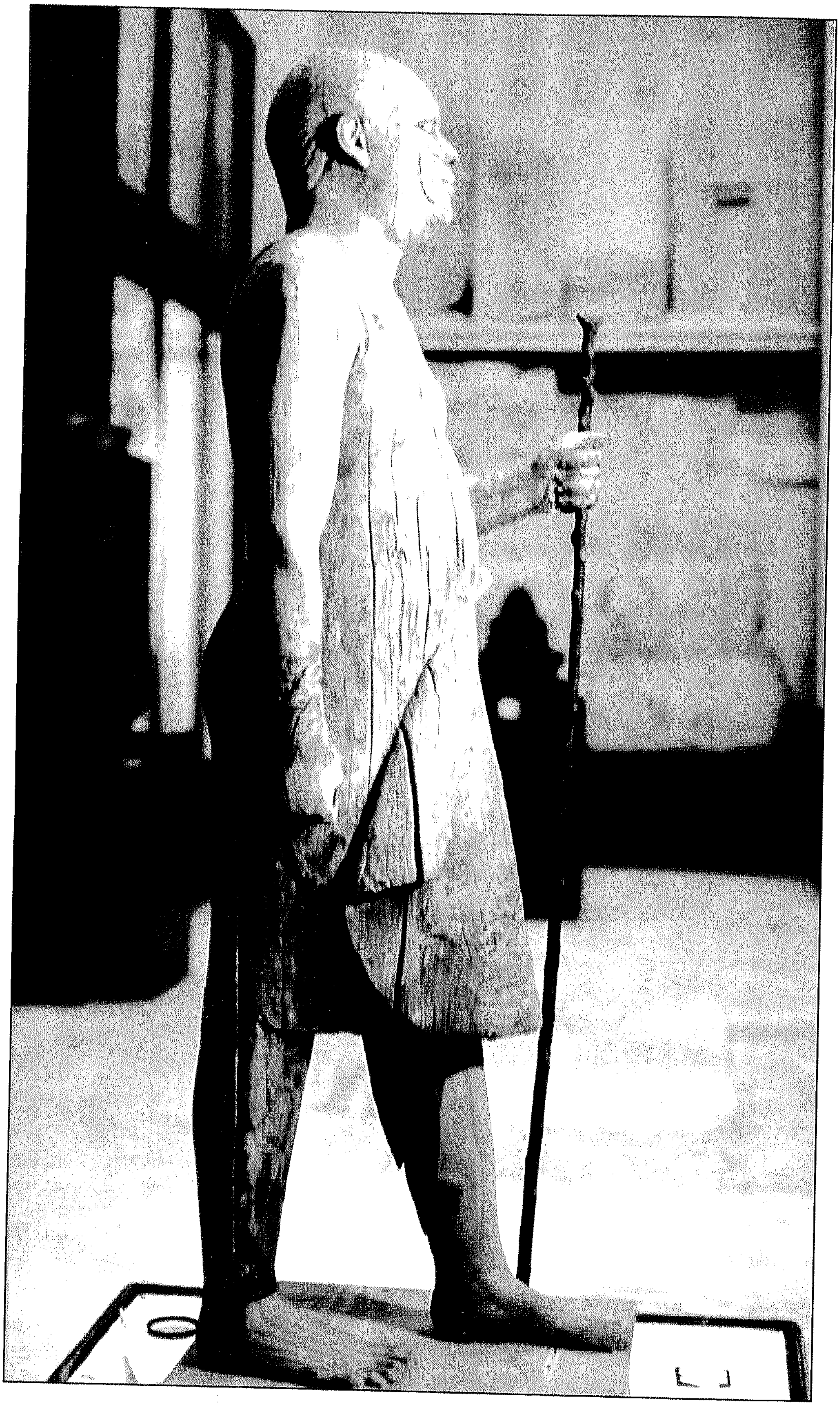
صورة رقم (٤ أ - ب)

تمثالا الحجر اللذان عثر عليهما فى مصطبة «رع نفر» وهما يمثلانه فى الهيئتين العادية [رقم JE١٠٠٦٣ - ارتفاع ١٧٨سم] والرسمية [رقم JE١٠٠٦٤ - ارتفاع ١٨٦سم] . [المتحف المصرى - بداية الأسرة الخامسة]



صورة رقم (٥)

تمثال «كاعبر» من الأمام [٣٤ كتالوج].



صورة رقم (٦)

الجانب الأيمن لتمثال «كاعبر»



صورة رقم (٧)

الجانب الأيسر لتمثال «كاعبر»



صورة رقم (٨)

المنظر الخلفى لتمثال «كاعبر»



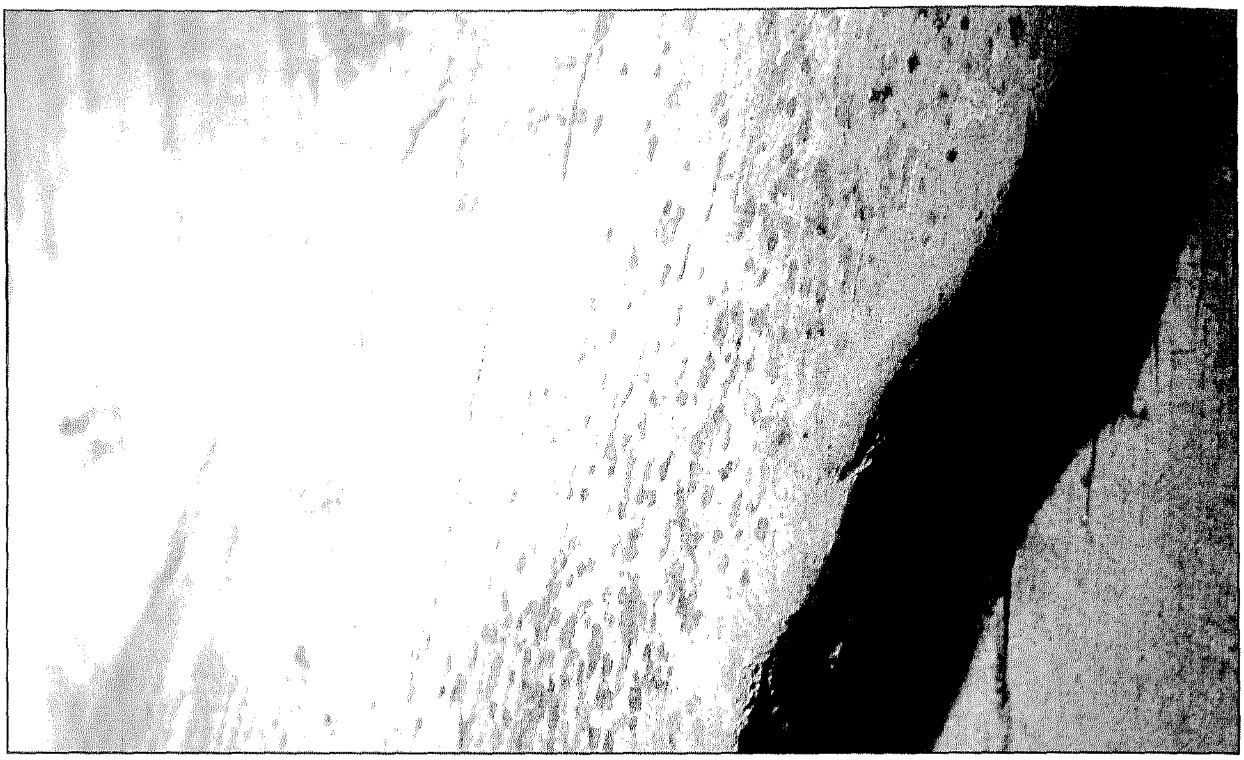
صورة رقم (٩)

توضح الطبقة المتحولة من سطح الخشب بالجانب الأيمن لجسم تمثال «كاعبر» كما يظهر واضحا العقدة بالذراع الأيمن والشروخ المحيطة بها .



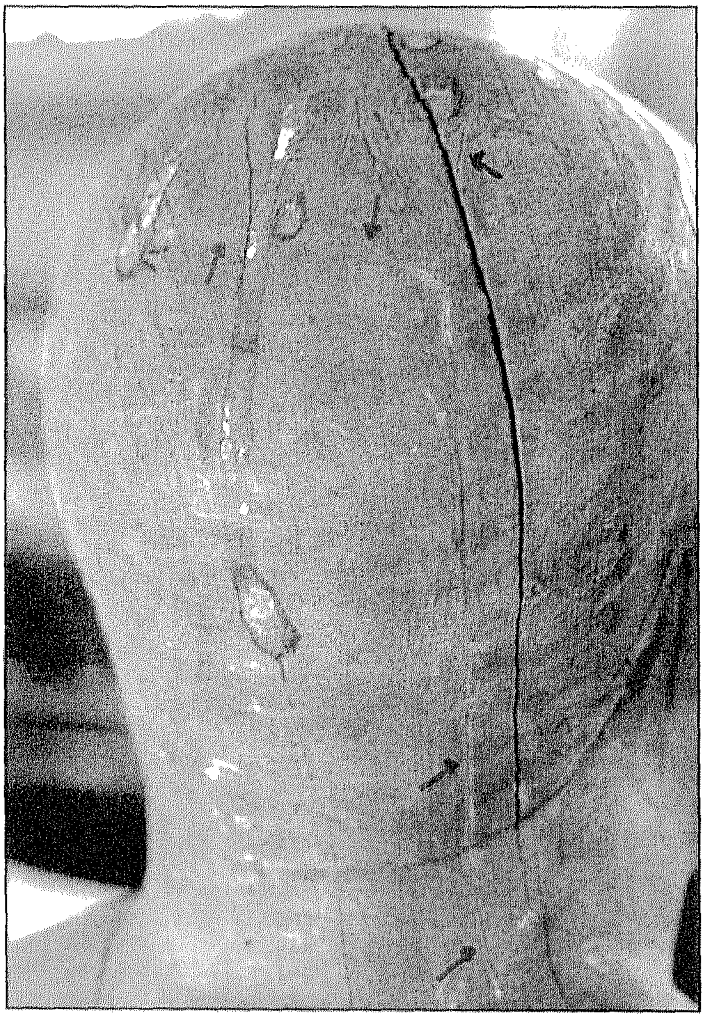
صورة رقم (١٠)

توضح الطبقة المتحولة من سطح الخشب بالساق اليسرى وأسفل النقبة من الخلف كما يظهر واضحا البقع البيضاء بالساق اليمنى للتمثال .



صورة رقم (١١)

توضح جزء من البقع ذات اللون القاتم التى تنتشر على سطح الخشب .



صورة رقم (١٢)

توضح فضلات الطيور التى توجد على شعر تمثال «كاعبر» من الخلف، ويظهر واضحا بعض الخطوط الدقيقة الغائرة المنتشرة بالتمثال .



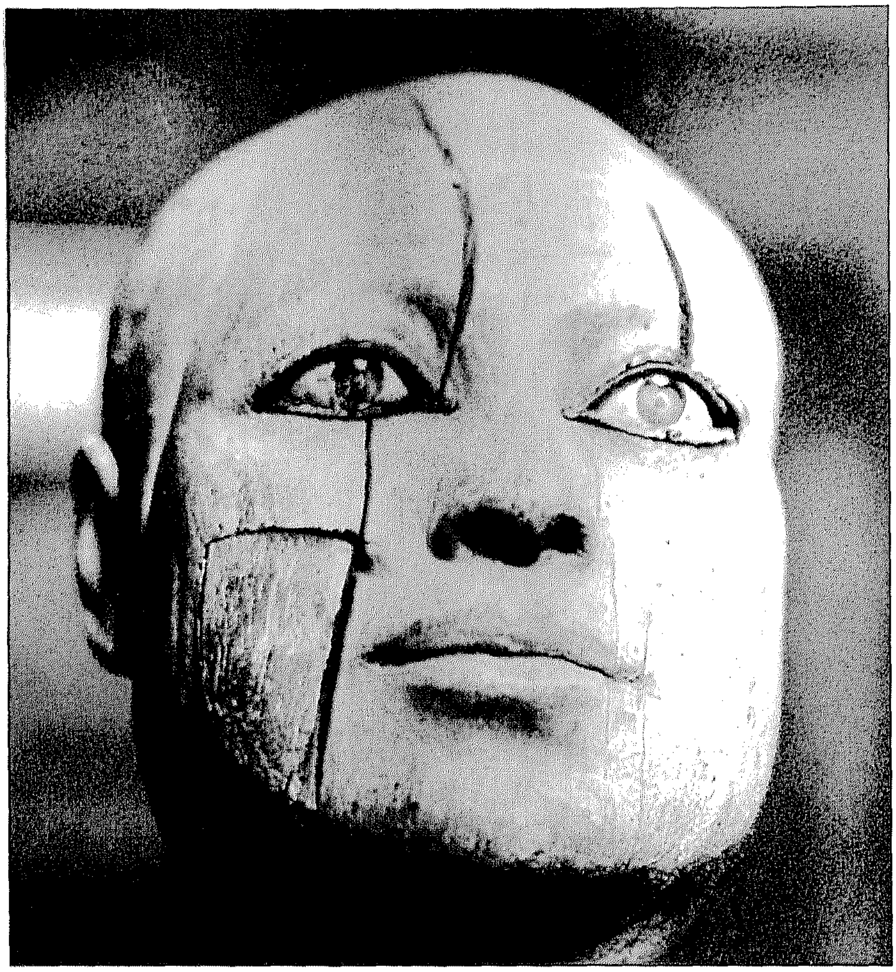
صورة رقم (١٣)

توضح حالة موضع اتصال ساعد الذراع الأيسر لتمثال «كاعبر» بالعضد من الجانب الخارجى .



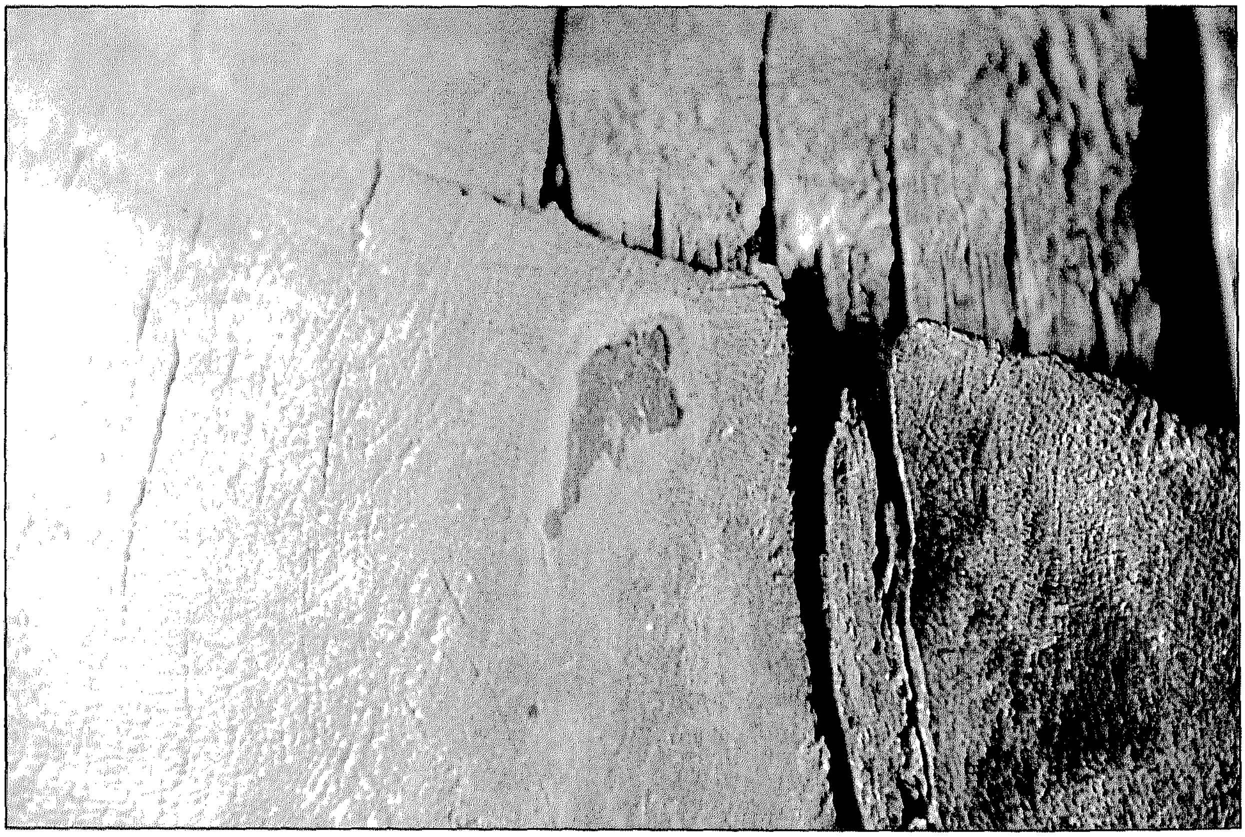
صورة رقم (١٤)

توضح الحالة المتدهورة لقبضة اليد اليسرى ، وكذا الجزء البارز عند موضع اتصال ساعد الذراع الأيسر بالعضد من الداخل .



صورة رقم (١٥)

توضح حالة وجة تمثال «كاعبر» حيث يظهر واضحا الشرخ والأجزاء المنفصلة بجانب طبقات الصدأ التى توجد على الإطار المعدنى المحيط بتطعيم الأعين .



صورة رقم (١٦)

بقايا لون الجسم البنى المائل للبرتقالى على أرضية من الجسو والنسيج بأعلى الجانب الأيمن لظهر تمثال «كاعبر».



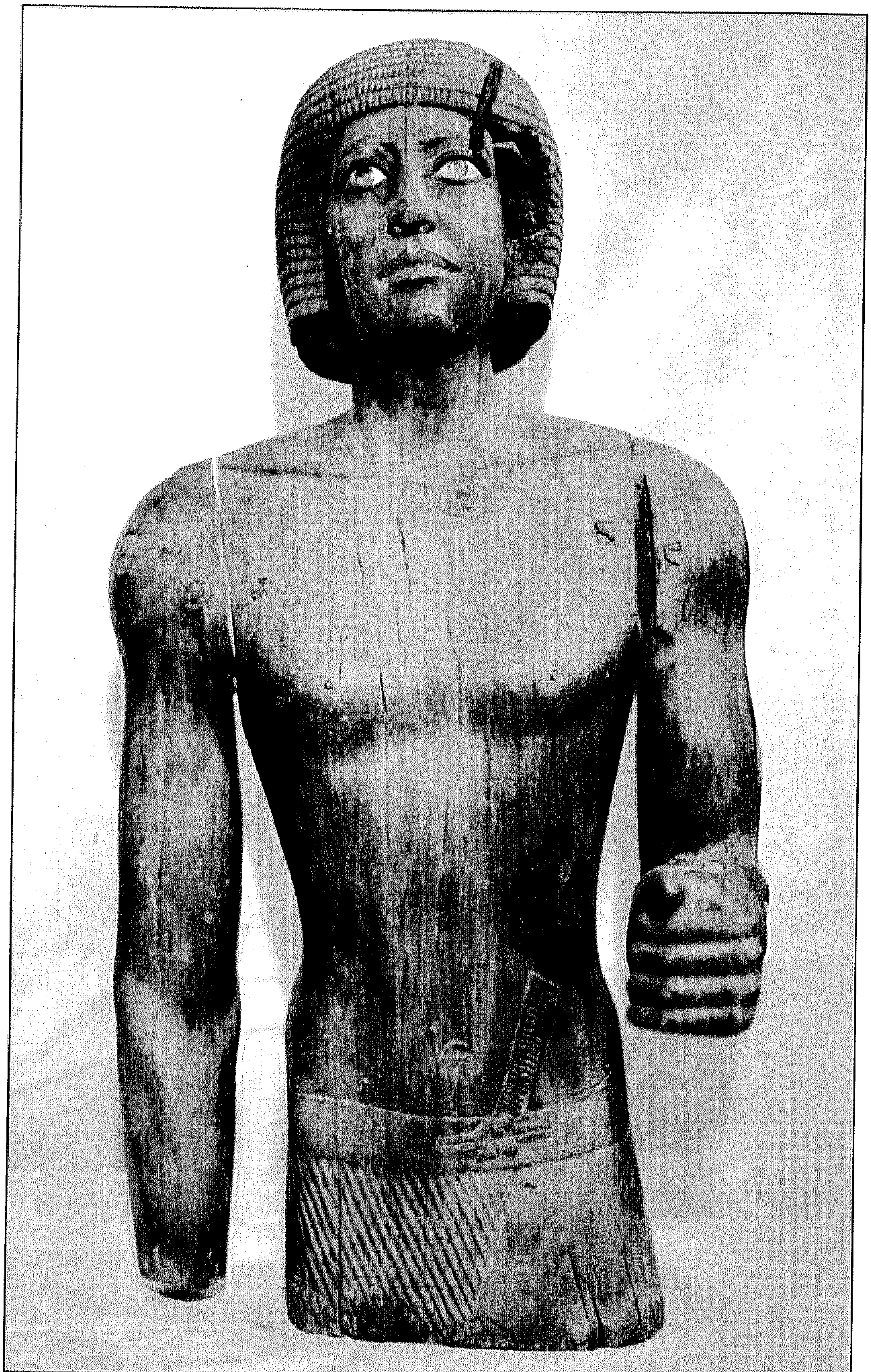
صورة رقم (١٧)

توضح أجزاء سطح الخشب ذات اللون الزاهى أسفل الجانب الأيمن للعنق ويلاحظ وجود بقايا نسيج كما يظهر واضحا أحد الخطوط الدقيقة الغائرة المنتشرة بالتمثال .



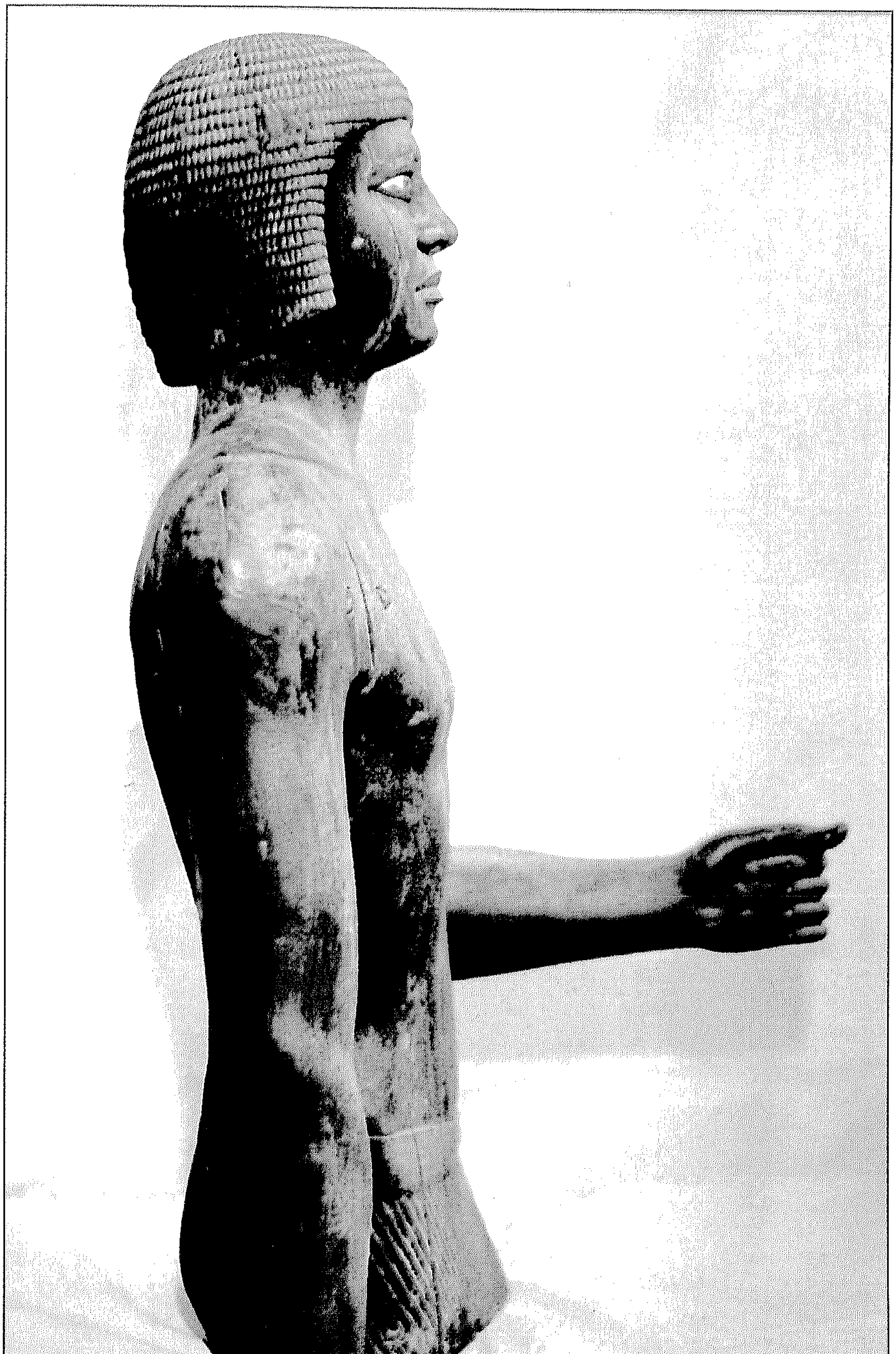
صورة رقم (١٨)

أحد الخطوط الدقيقة الغائرة بالجانب الأيسر للجسم من الأمام ويلاحظ وجود أجزاء منتشرة من الطبقة المتحولة على سطح الخشب .



صورة رقم (١٩)

منظر أمامى لتمثال الشاب فى الهيئة الرسمية (٣٢ كتالوج) .



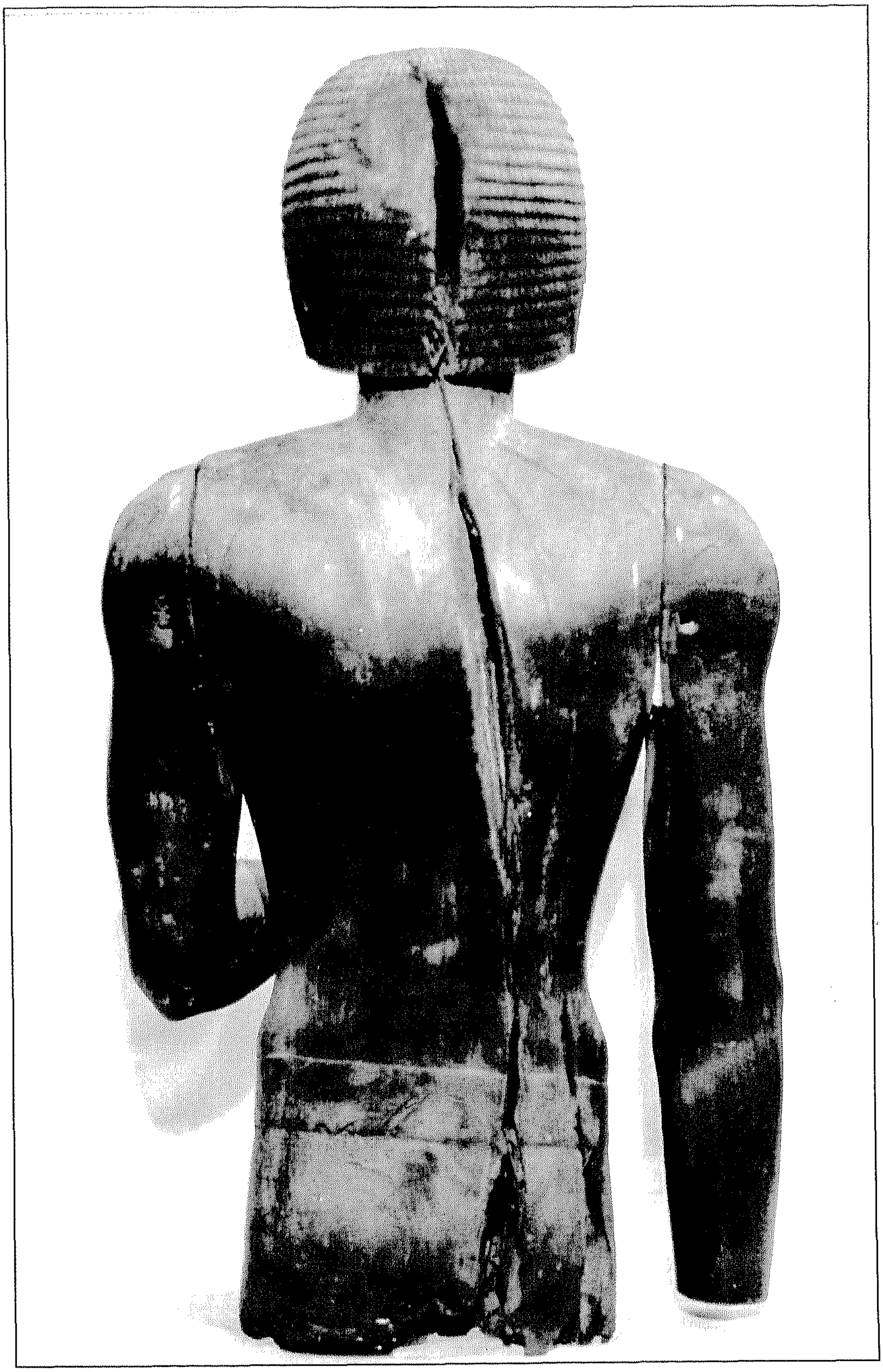
صورة رقم (٢٠)

الجانب الأيمن لتمثال الشاب فى الهيئة الرسمية .



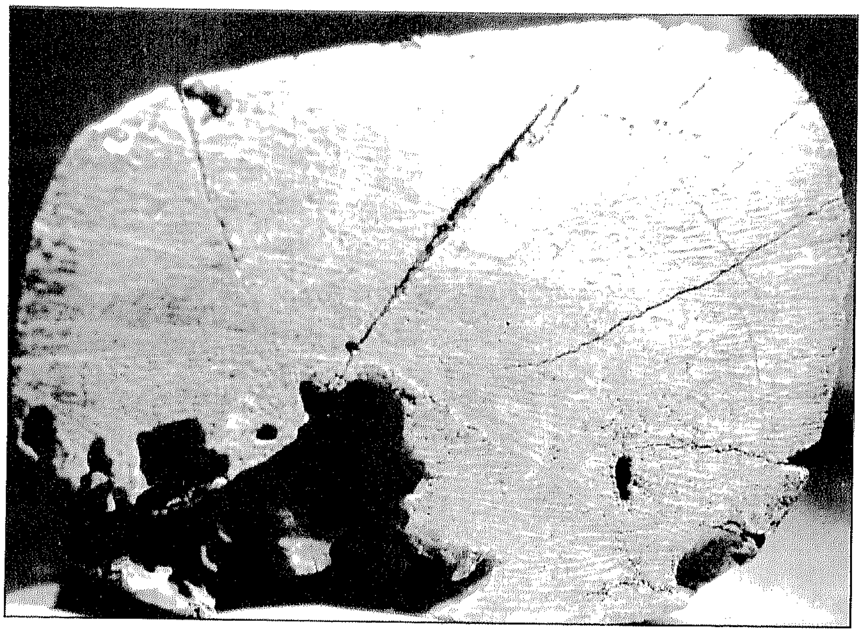
صورة رقم (٢١)

الجانب الأيسر لتمثال الشاب فى الهيئة الرسمية .



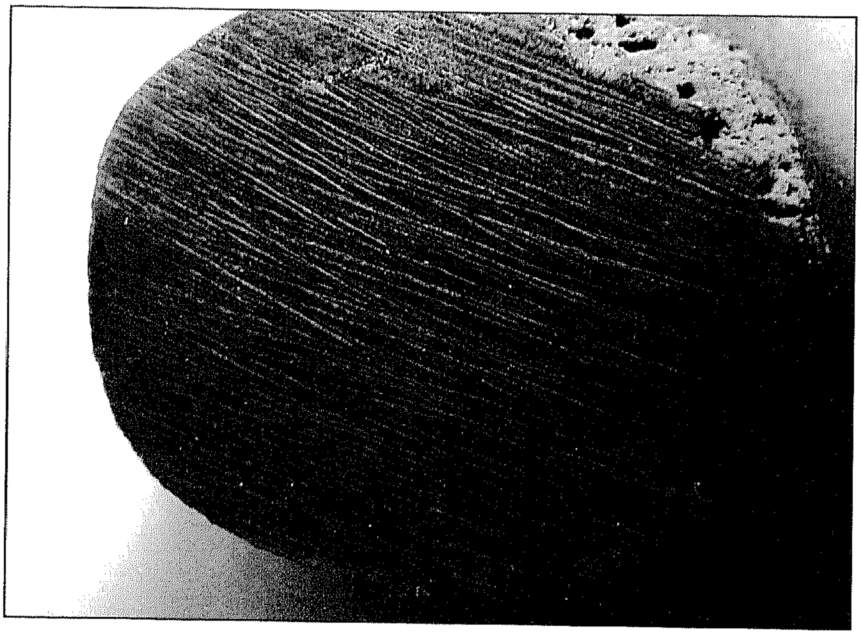
صورة رقم (٢٢)

المنظر الخلفى لتمثال الشاب فى الهيئة الرسمية .



صورة رقم (٢٣)

القطاع العرضى المنشور بتمثال الشاب حيث يظهر واضحا آثار المنشار المستخدم ومدى تغلغل التآكل الحشرى بكتلة التمثال .



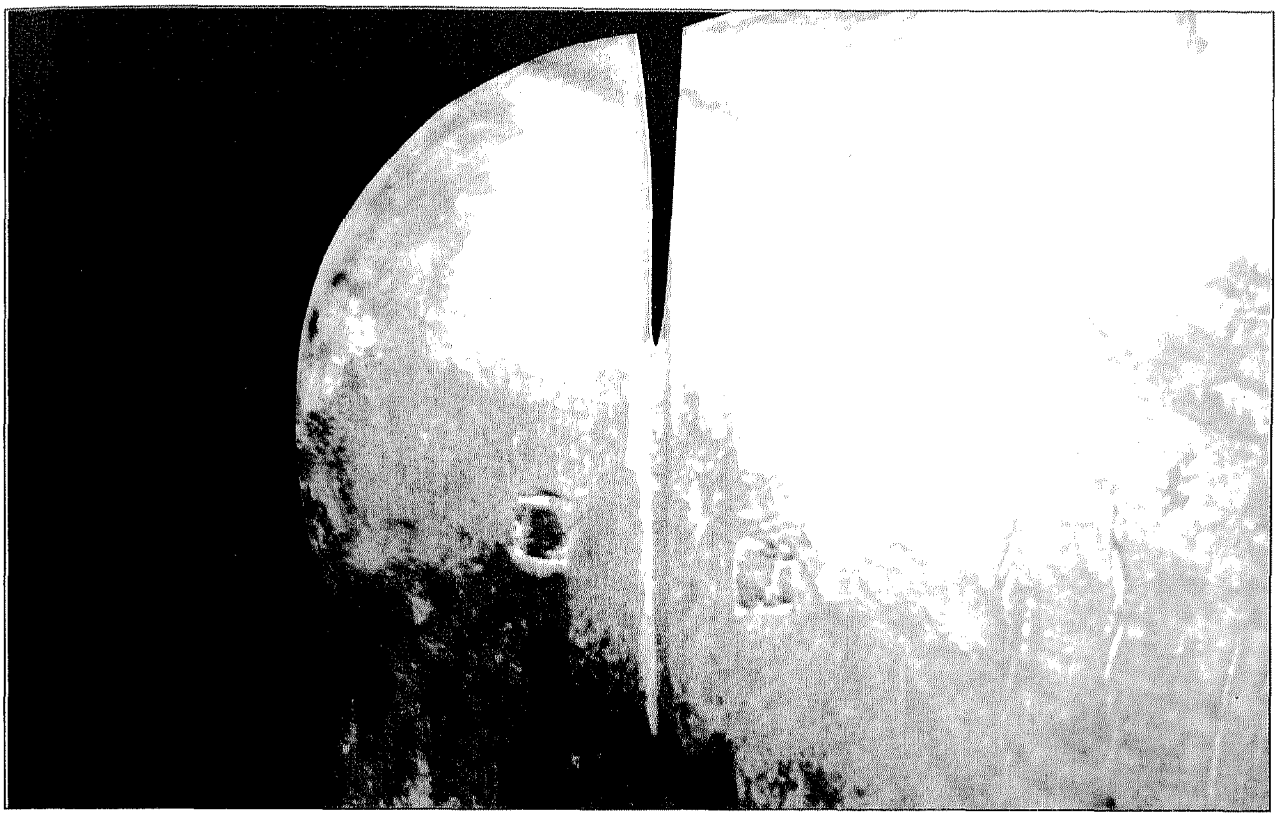
صورة رقم (٢٤)

توضح القطاع المنشور بالذراع الأيمن لتمثال الشاب وآثار المنشار المستخدم فى النشر كما تظهر آثار الوجود الحشرى بهذا الجزء .



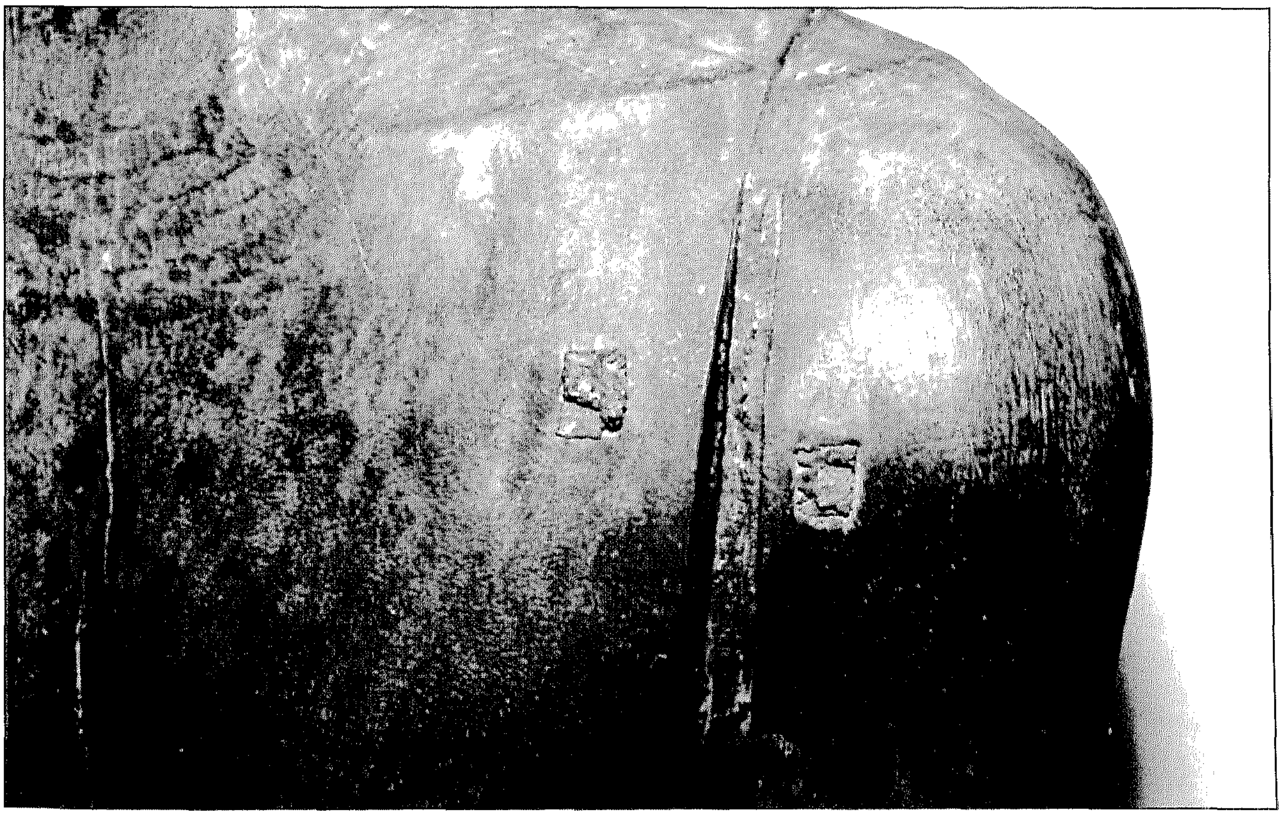
صورة رقم (٢٥)

بعض أجزاء الخشب ذات اللون البنى المحمر التى توجد بالذراع الأيسر ويظهر واضحا التآكل الذى تعرضت له .



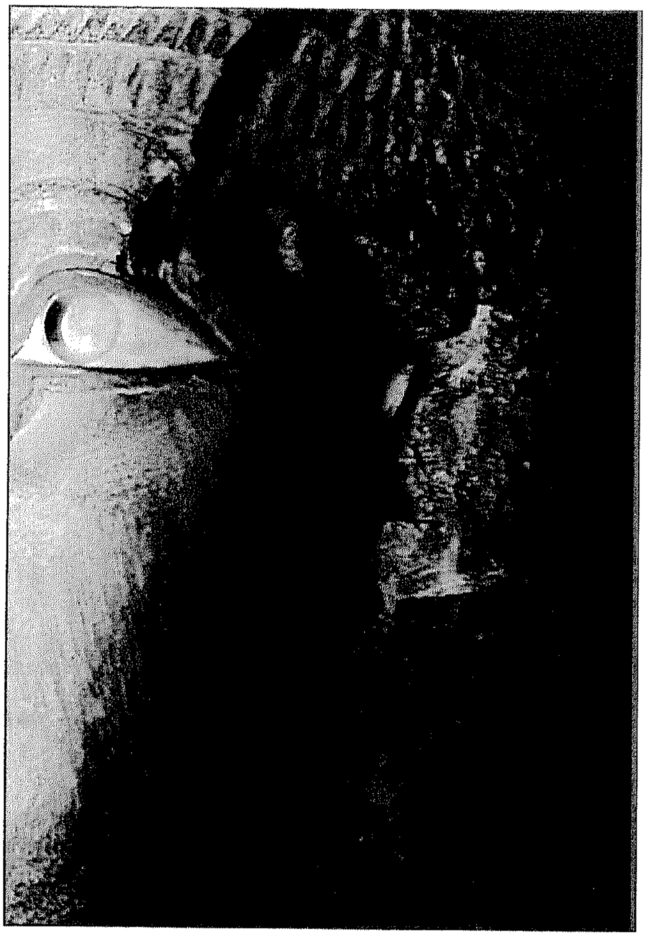
صورة رقم (٢٦)

الفراغ الموجود عند خط اتصال الذراع الأيمن لتمثال الشاب بالجسم ويلاحظ الحالة الضعيفة لخابور تثبيت اللسان بالجسم وكذا المادة القاتمة التى توجد حول خابور تثبيت اللسان بالذراع .



صورة رقم (٢٧)

توضح الجزء الخشبى المفقود عند خط اتصال الذراع الأيسر بالجسم . ويظهر واضحا الشروخ التى توجد بكل من خابورى تثبيت الألسن بالذراع والجسم .



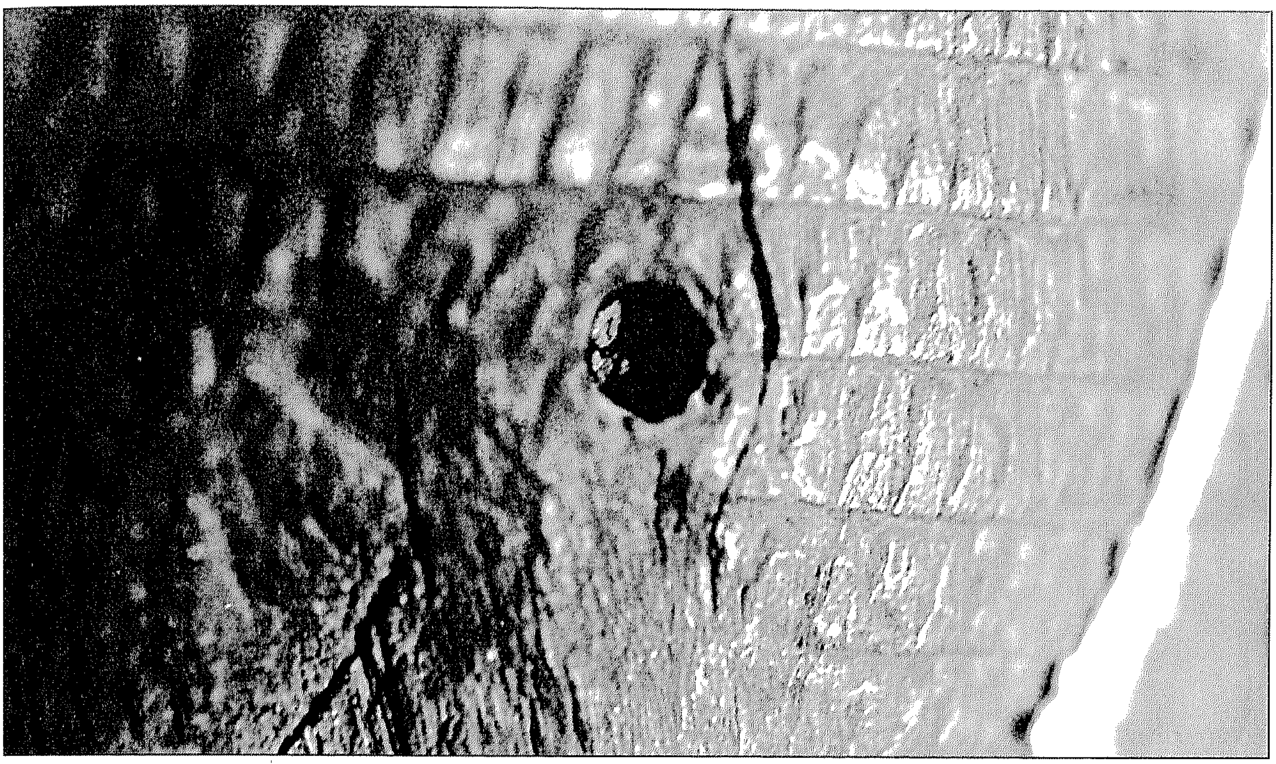
صورة رقم (٢٨)

الفـراغ الموجـود بالجـانب الأيسر لوجه تمثال الشاب ويظهر واضحا فى الـجزء العـلوى إمتداد الأجزاء الخشـبية المسـتخدمة لاستكـمال إمتداده من أعلى قمة الرأس وكذلك مدى اتـساع وعـمق الشـرخ الممتد من العين اليسرى .



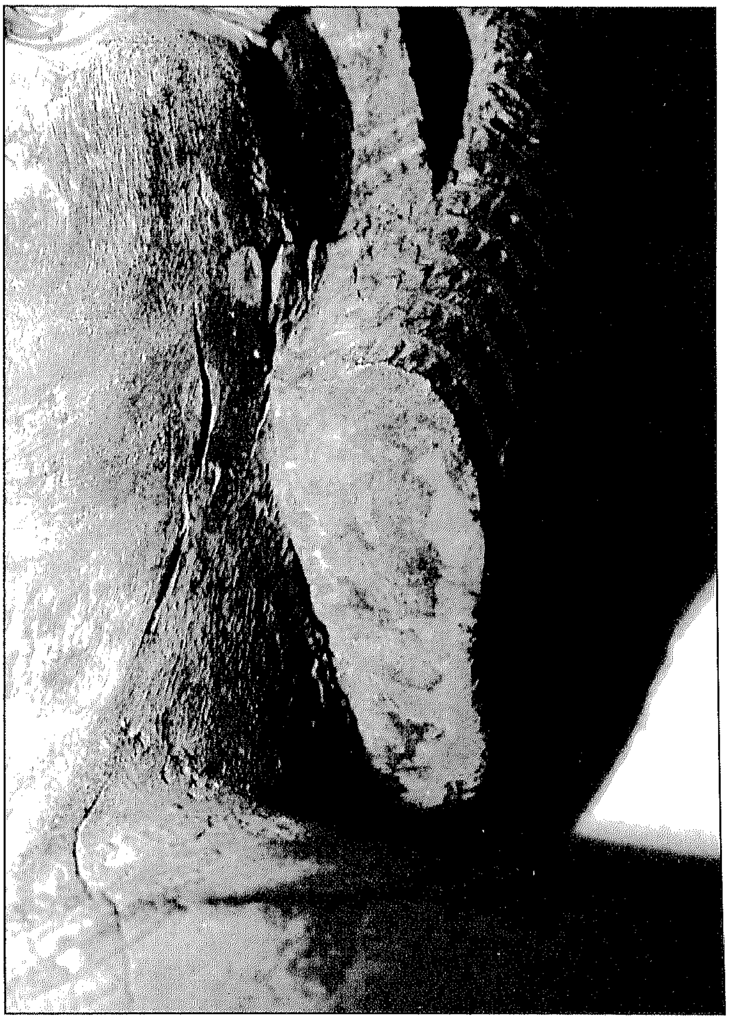
صورة رقم (٢٩)

توضح اتصال الأجزاء الخشـبية المستـخدمة لاستكمال إمتـداد الفراغ السـابق مع إمتـداد الشـرخ الممتد من أعلى تطعيم العـين .



صورة رقم (٣٠)

الفراغ الناتج عن انفصال عقدة خبيثة بالجانب الأيسر للشعر المستعار لتمثال الشاب من الخلف .



صورة رقم (٣١)

توضح السطح الداخلى السفلى للطرف الأيسر من الشعر المستعار لتمثال الشاب حيث يظهر واضحا بقايا اللون الأسود على أرضية من المعجون البنى المحمر .



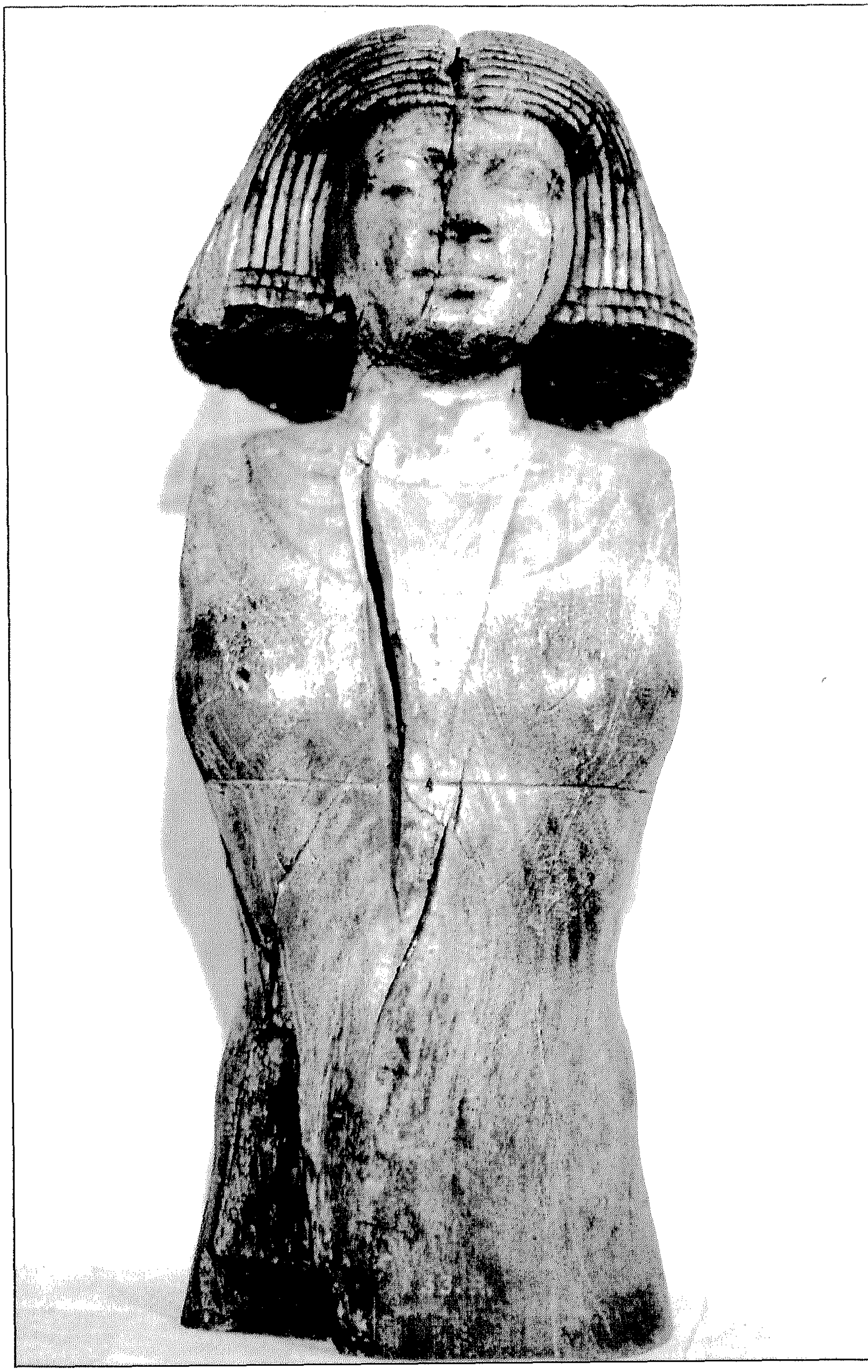
صورة رقم (٣٢)

توضح كل ما تبقى من اللون البنى المحمر لجسم تمثال الشاب بالجانب الأيمن للرقبة من الخلف ويظهر واضحا مدى إمتداد أنفاق التآكل الحشرى .



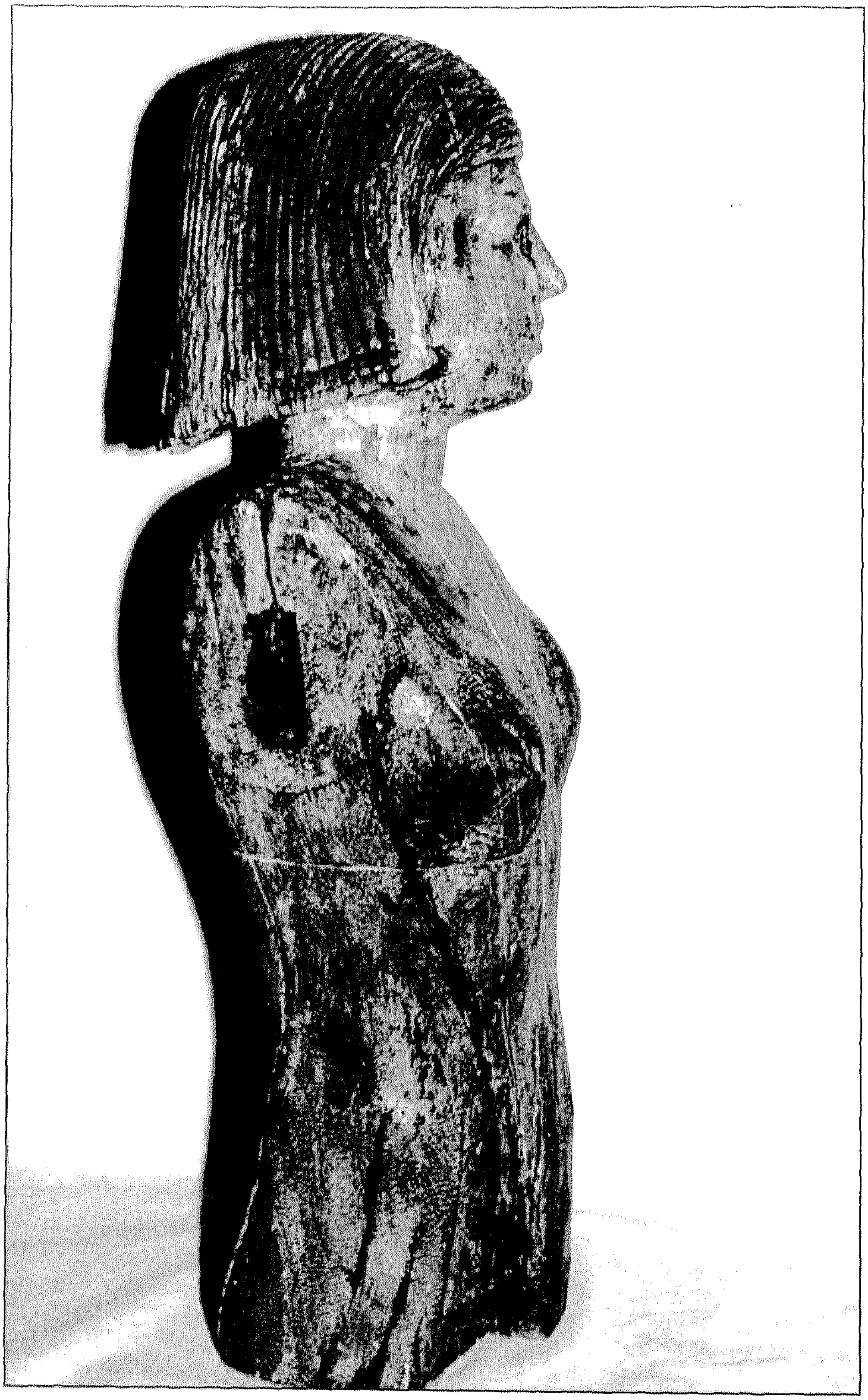
صورة رقم (٣٣)

توضح تفاصيل الصدرية بتمثال الشاب والأجزاء المفقودة منها .



صورة رقم (٣٤)

منظر أمامى لتمثال "زوجة شيخ البلد" (٣٣ كتالوج) .



صورة رقم (٣٥)

الجانب الأيمن لتمثال «زوجة شيخ البلد».



صورة رقم (٣٦)

الجانب الأيسر لتمثال «زوجة شيخ البلد».



صورة رقم (٣٧)

صورة خلفية لتمثال «زوجة شيخ البلد».



صورة رقم (٣٨)

القطاع العرضى المنشور بتمثال «زوجة شيخ البلد» حيث يظهر واضحا علامات المنشار المستخدم وبقع وتسيلات المادة البيضاء المعتمة ، بجانب آثار الأصابات الحشرية [عند الأسهم] .



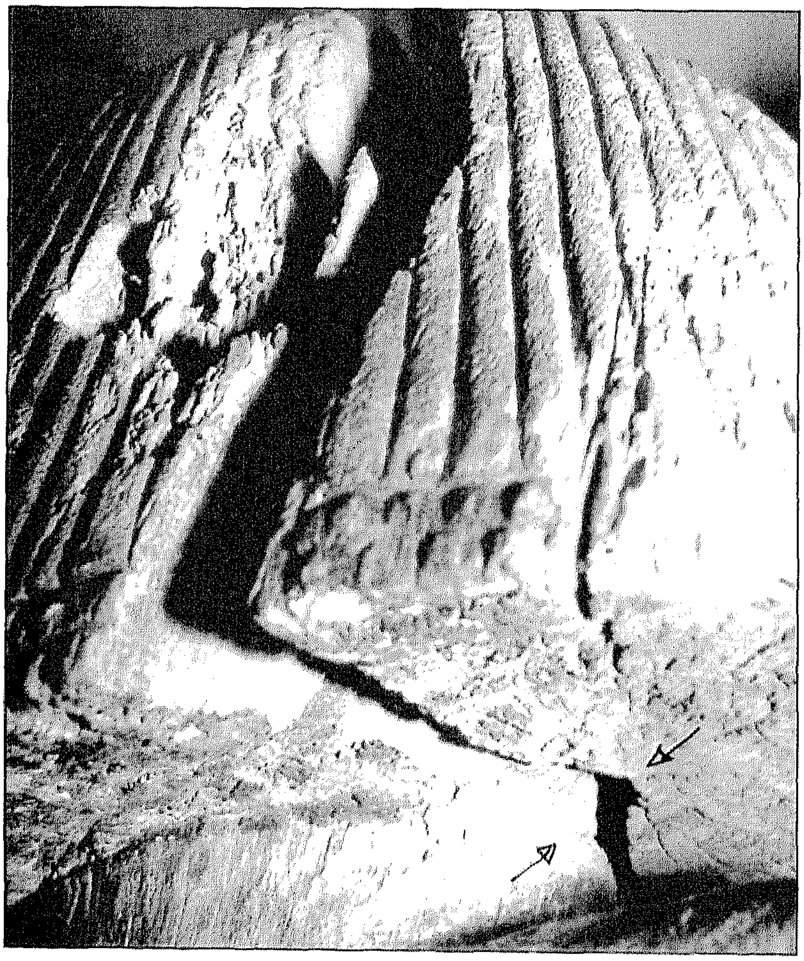
صورة رقم (٣٩)

توضح الطبقه البيضاء المعتمة التى تخفى تفاصيل الجزء المدلى من نهايتى الصدرية من الظهر ، وكذا مظهر الثقوب الناتجة عن الأصابة بالحشرات .



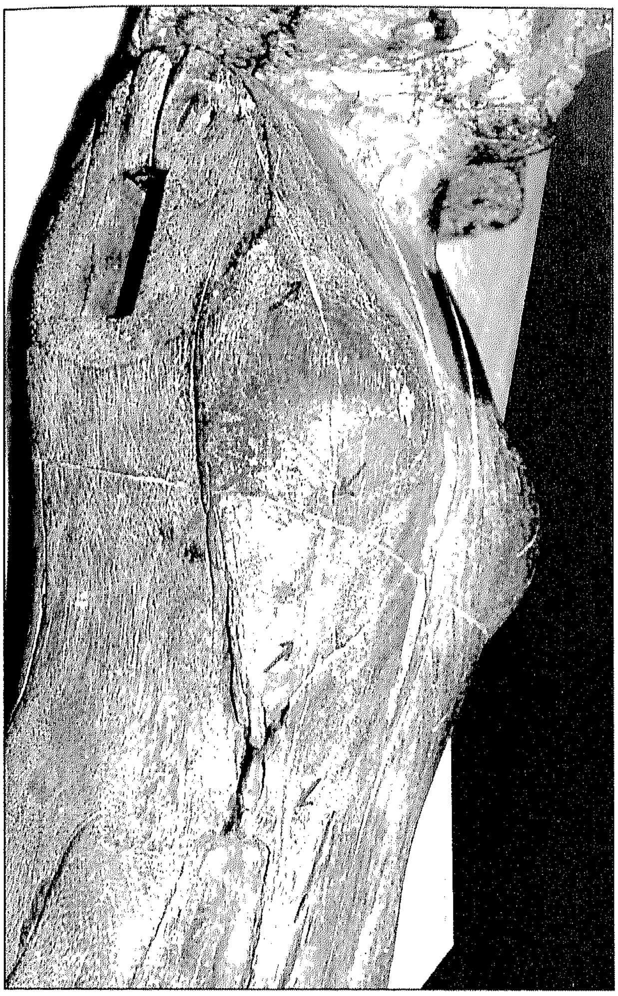
صورة رقم (٤٠)

توضح الطبقة البيضاء المعتمة التى تغطى تفاصيل الوجه ويشير السهم إلى تواجدها فوق الأجزاء المفقودة من سطح الخشب وداخل الشرخ بمنتصف الشعر والذى يستمر بالوجه والرقبة والشعر المستعار من الخلف .



صورة رقم (٤١)

توضح إمتداد الشرخ السابق بالشعر المستعارمن الخلف .




صورة رقم (٤٢)

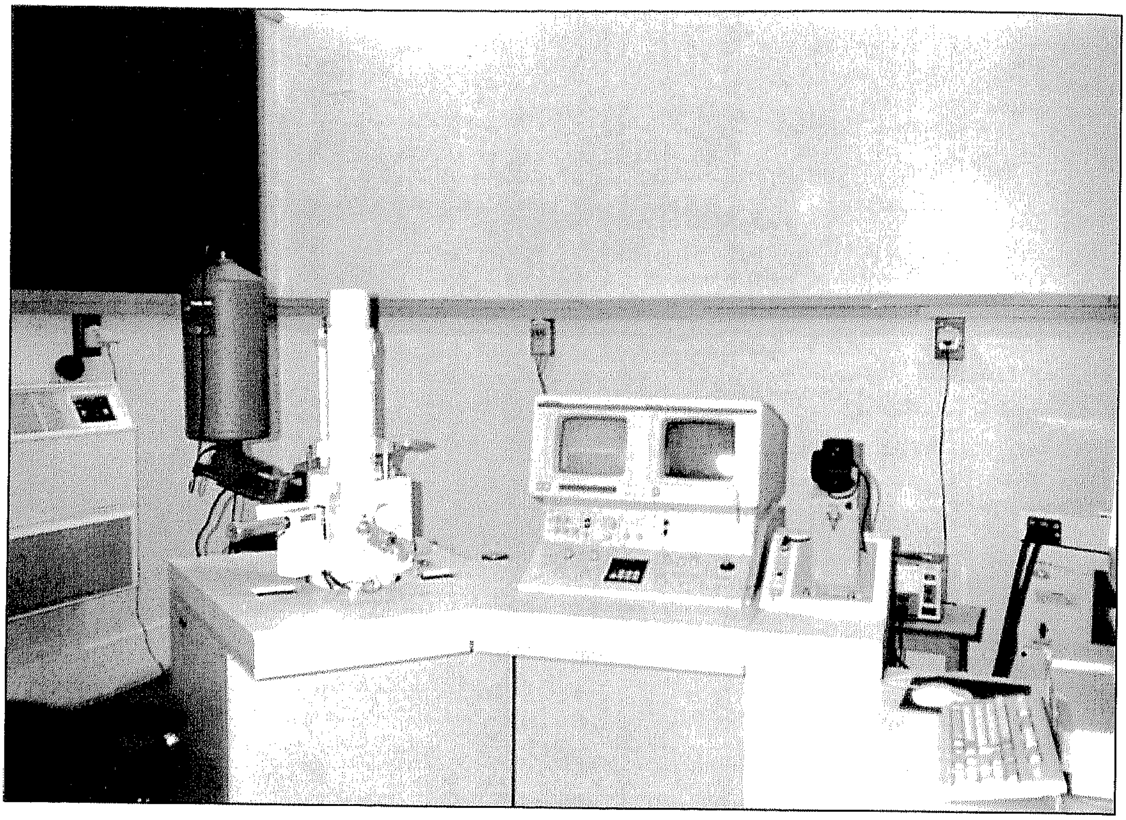
توضح الخطوط الغائرة غير المنتظمة التى توجد على جانبى تمثال السيدة من الأمام والخلف والناتجة عن عمليات صب قالب عليه .

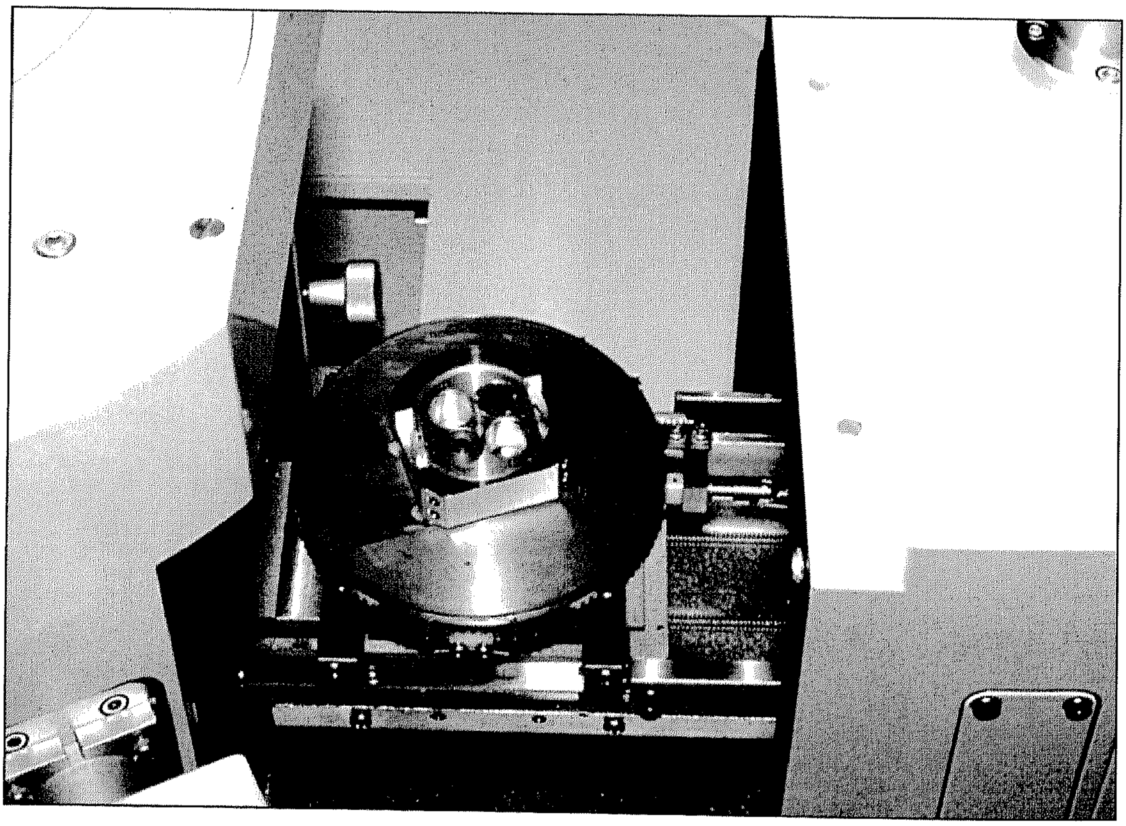


صورة رقم (٤٣)

توضح بقايا اللون الأسود داخل تجاعيد الشعر المستعار بتمثال السيدة من الخلف .

[صورة بالاستريوميكروسكوب]
[تكبير X١٦] .





صورة رقم (٤٤ أ - ب)

توضح الميكروسكوب الإلكترونى الماسح Scanning Electron Microscope JEOL - JSM - 5400LV الذى استخدم فى عمليات فحص التركيب الداخلى الدقيق لعينات الأخشاب وكيفية تثبيت حامل العينة فى موضعه .

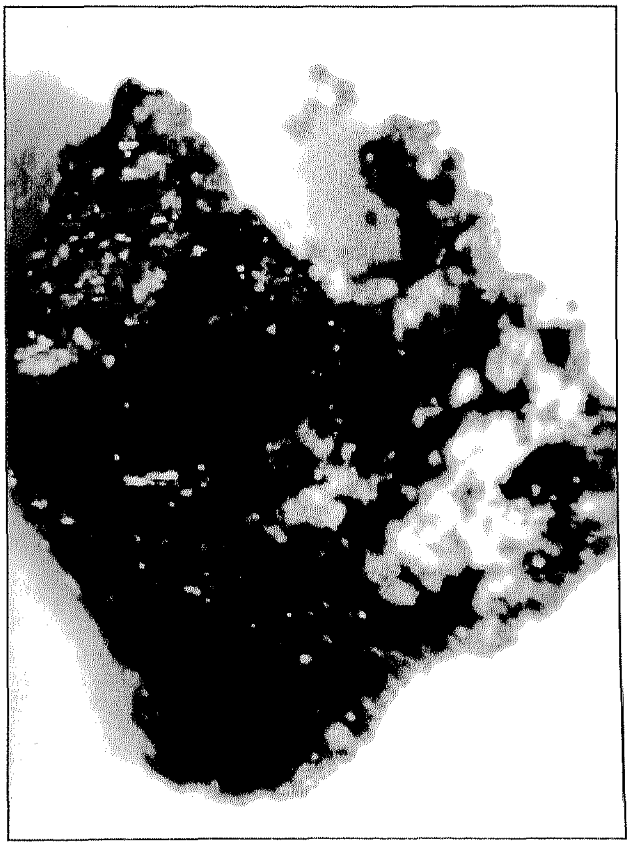


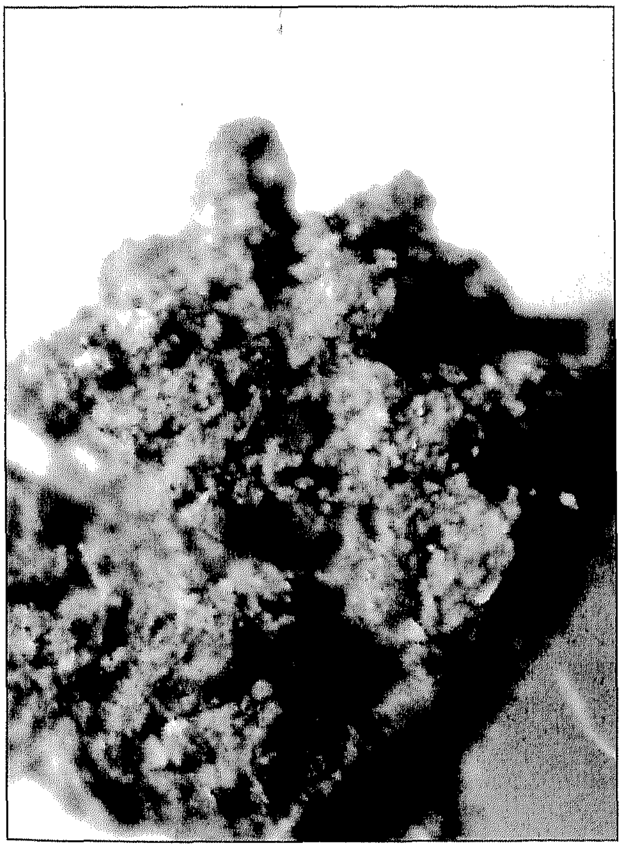
صورة رقم (٤٥)

صورة مكبرة لعينة من طبقة الصدرية بتمثال الشاب ويلاحظ اللون الأزرق المخضر الذى يوجد أسفل الطبقة القاتمة .

[صورة بالاستريوميكروسكوب]

[تكبير X٤٠]

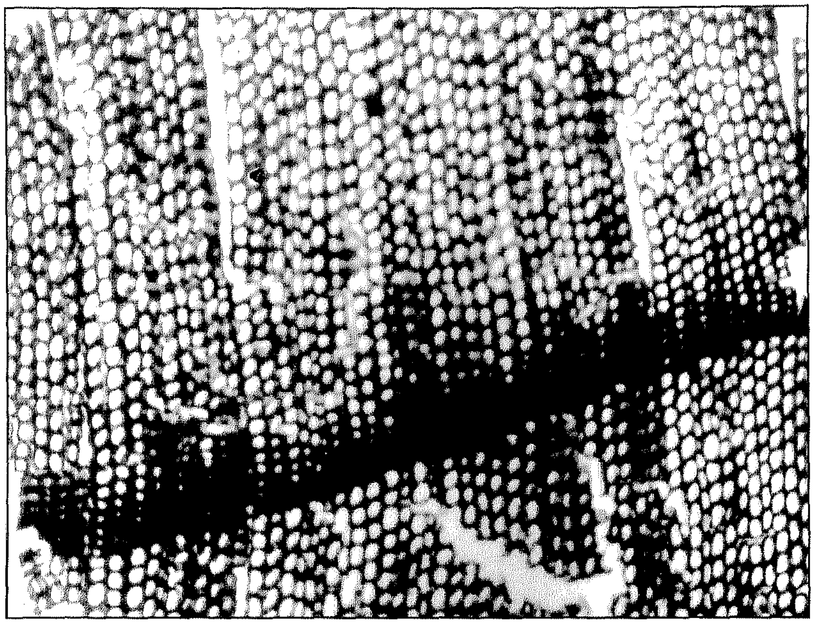




صورة رقم (٤٦ أ ـ ب)

صورة مكبرة للسطح الأمامى والخلفى للعينة الأولى من تمثال « زوجة شيخ البلد » توضح اللون الأسود للسطح الأمامى (على اليمين) مع وجود بقايا من مادة بيضاء أقصى اليمين بينما السطح الخلفى ذو لون بنى محمر (على اليسار) .

[صورة بالاستريوميكروسكوب ـ تكبير X٤٠].

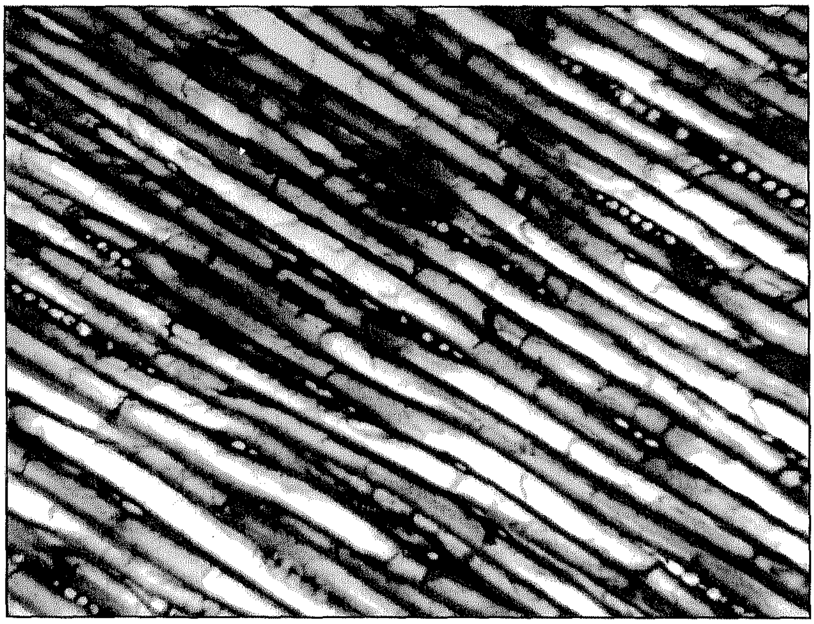


صورة رقم (٤٧)

قطاع عرضى فى عينة خشب من تمثال «كاعبر» يوضح الفرق الواضح بين الخشب المبكر والخشب المتأخر مع غياب قنوات الراتنج .

[صورة بالميكروسكوب الضوئى]

[تكبير X١٠٠]

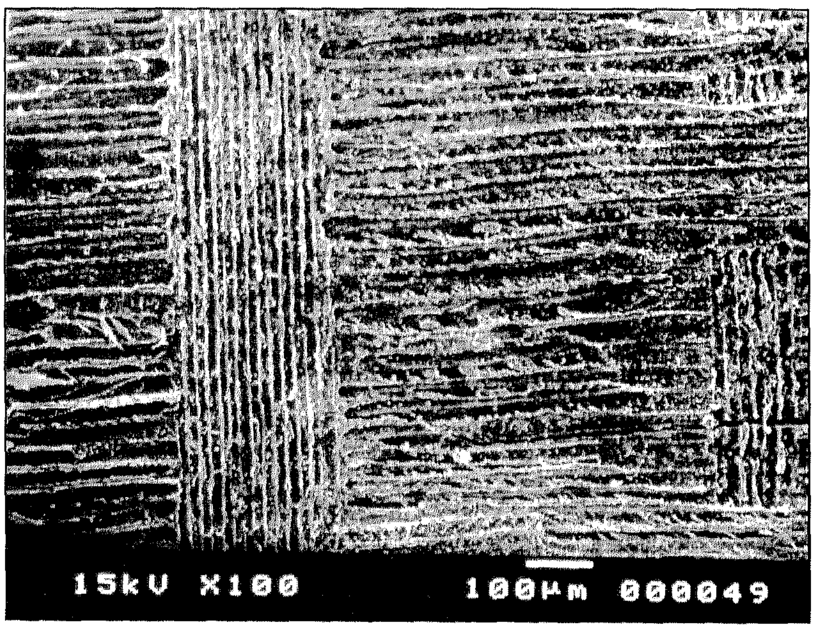


صورة رقم (٤٨)

قطاع طولى مماسى فى العينة السابقة يوضح الأشعة أحادية التسلسل .

[صورة بالميكروسكوب الضوئى]

[تكبير X١٠٠]

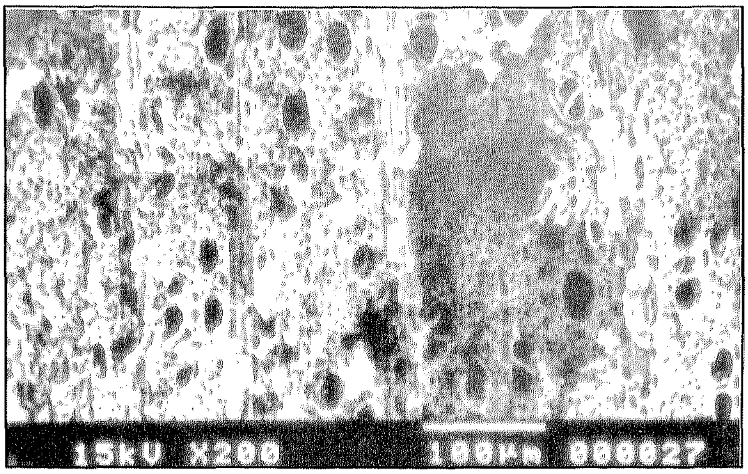


صورة رقم (٤٩)

قطاع طولى قطرى فى العينة السابقة يوضح الأشعة النخاعية وبرانشيمية الخشب .

[صورة بالماسح الالكترونى]

[تكبير X١٠٠]

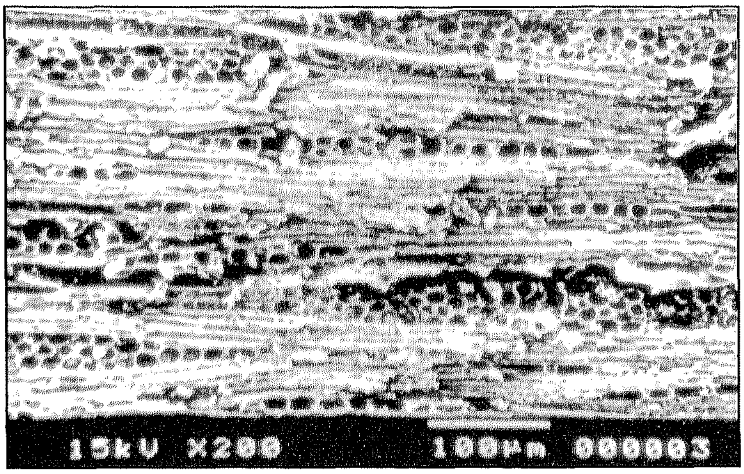


صورة رقم (٥٠)

قطاع عرضى فى خشب عصا «كاعبر» يوضح الأوعية الدائرية المنتشرة وهى منفردة أو زوجية أو فى مجاميع قليلة العدد يفصل بينها أشعة ضيقة من الخلايا البرانشيمية .

[صورة بالماسح الالكترونى]

[تكبير ٢٠٠ X]

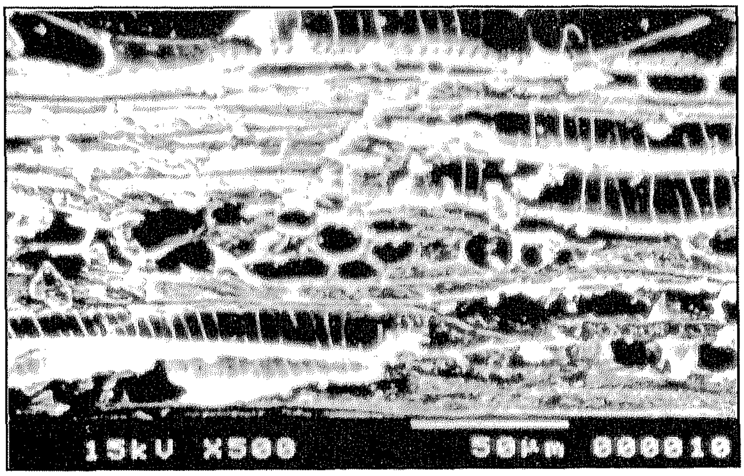


صورة رقم (٥١)

قطاع مماسى فى خشب العصا يوضح الأشعة النخاعية المغزلية المتعددة الطبقات والمختلفة المسامية .

[صورة بالماسح الالكترونى]

[تكبير ٢٠٠X]

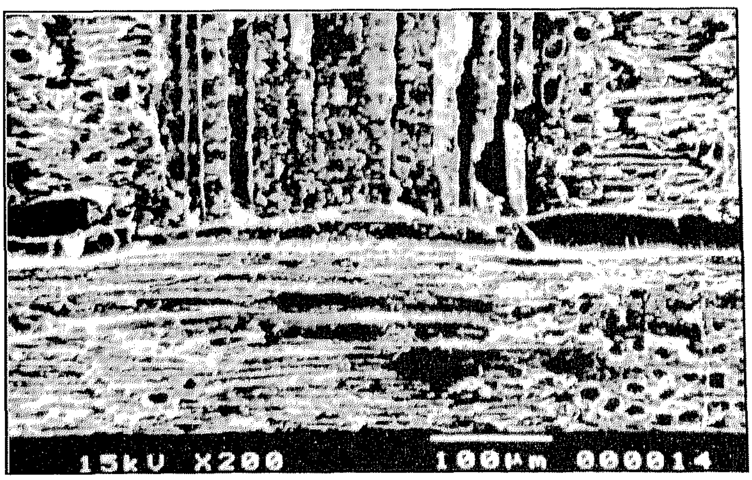


صورة رقم (٥٢)

توضح أشعة أحادية التسلسل (أعلى) وأخرى مغزلية متعددة الطبقات (أسفل) كما يظهر التغلظ الحلزونى السلمى داخل الأوعية الخشبية لعينة من خشب العصا .

[صورة بالماسح الالكترونى]

[تكبير ٥٠٠X]

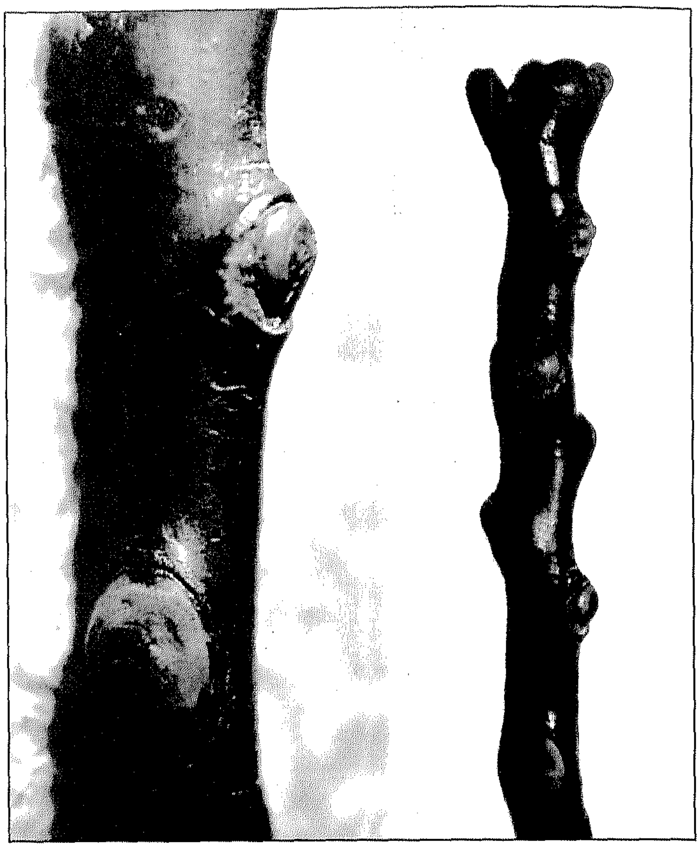


صورة رقم (٥٣)

قطاع طولى قطرى فى خشب العصا يوضح الأوعية الخشبية (مستعرضة) يفصل بينها برنشيمية الخشب ويتعامد على أوعية الخشب الأشعة النخاعية فى صفوف طولية عديدة .

[صورة بالماسح الالكترونى]

[تكبير ٢٠٠X]



صورة رقم (٥٤ أ - ب)

توضح العصا التى يقبض عليها تمثال «كاعبر» بيده اليسرى حيث تظهر واضحة البروزات العقدية التى كانت تخرج منها الأفرع والتى توجد بصورة متبادلة .



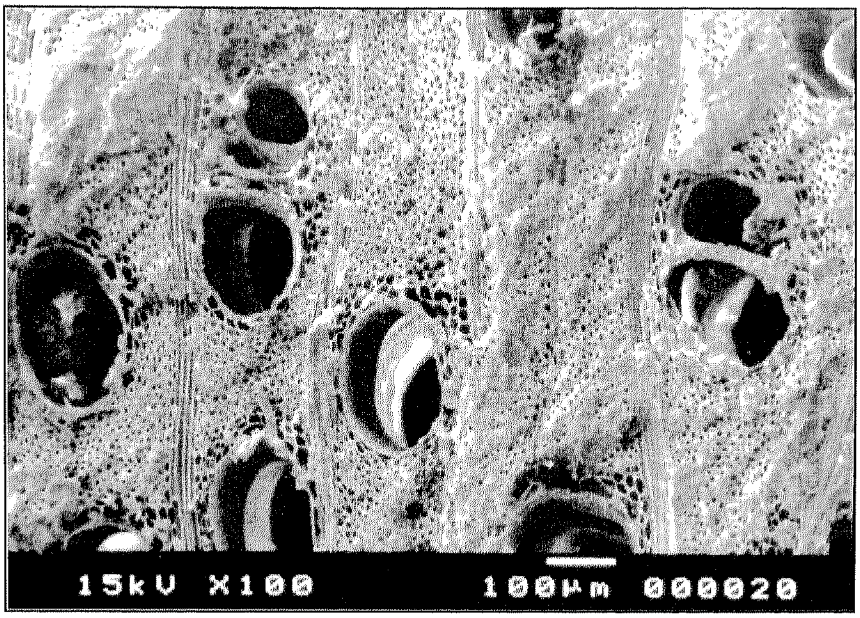
صورة رقم (٥٥ أ - ب)

توضح منظر جانبى وأمامى للطرف السفلى لعصا تمثال «كاعبر» المشكل على شكل نصف كروى .



صورة رقم (٥٦)

توضح الفرق فى الشكل بين الفراغ الخاص بمرور العصا بقبضة اليد اليسرى بتمثال الشاب [على اليمين] وتمثال «كاعبر» [على اليسار] حيث الأولى أسطوانية القطاع والثانية بيضاوية القطاع.



صورة رقم (٥٧)

قطاع عرضى فى عينة خشب من تمثال الشاب يوضح أوعية الخشب التى تظهر مفردة أو فى مجاميع يحيط بها عدد قليل من الخلايا البرانشيمية الخشبية وجزء أكبر من ألياف الخشب .

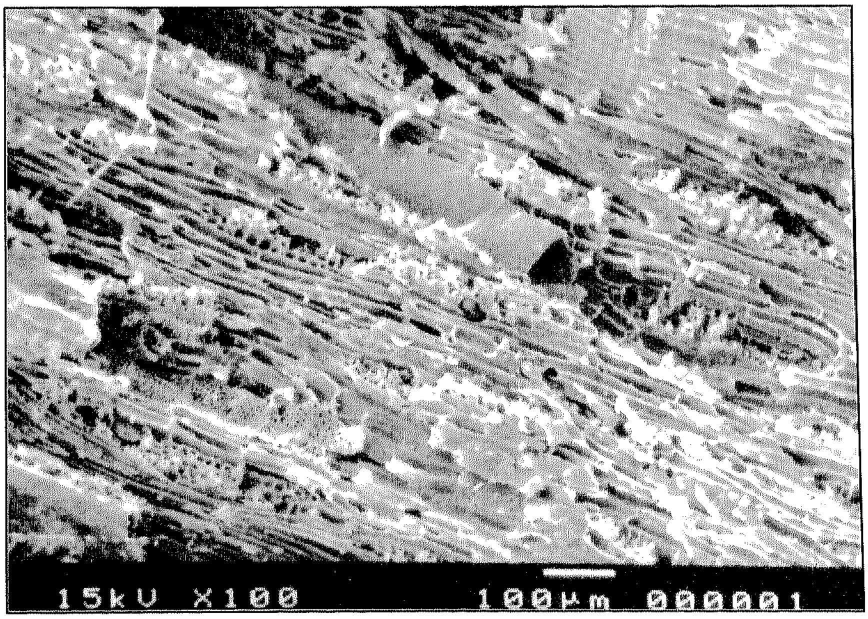
[صورة بالماسح الالكترونى]
[تكبير X١٠٠] .



صورة رقم (٥٨)

قطاع مماسى فى العينة السابقة يوضح الأشعة متعددة التسلسل

[صورة بالميكروسكوب الضوئى]
[تكبير X١٠٠] .



صورة رقم (٥٩)

قطاع فى عينة خشب من جسم تمثال الشاب يوضح مسقط طولى قطرى فى الجزء العلوى الأيمن وطولى مماسى فى الجزء الأكبر المتبقى حيث يظهر به وعاء منقر وعدد من القصيبات بينهم خلايا برانشيمية مغلظة أو غير مغلظة ومجاميع أشعة نخاعية .

[صورة بالماسح الالكترونى]
[تكبير X١٠٠] .



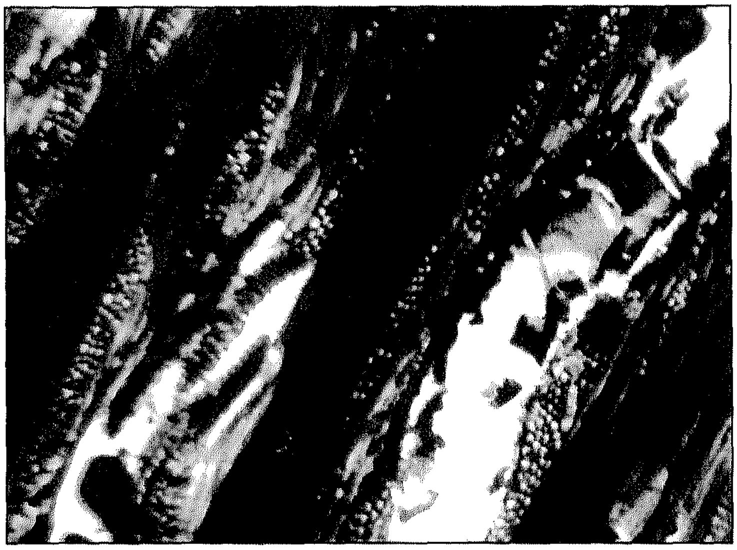
صورة رقم (٦٠)

قطاع عرضى فى عينة من خشب تمثال « زوجة شيخ البلد » يوضح الأوعية التى يفصل بينها خطوط ضيقة من الخلايا البرانشيمية للأشعة [الميكروسكوب الضوئى - تكبير X١٠٠] .



صورة رقم (٦١)

أحد الأوعية المزدوجة بالقطاع العرضى للعينة السابقة . [الميكروسكوب الضوئى - تكبير X٤٠٠] .



صورة رقم (٦٢)

قطاع مماسى فى العينة السابقة يوضح مظهر الأشعة النخاعية متعددة التسلسل .

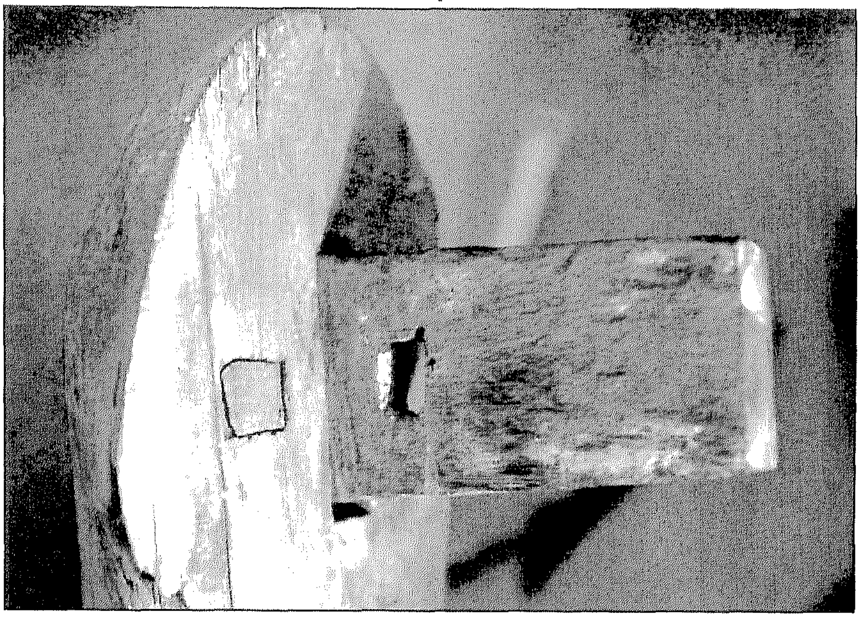
[الميكروسكوب الضوئى]
[تكبير X١٠٠] .



صورة رقم (٦٣)

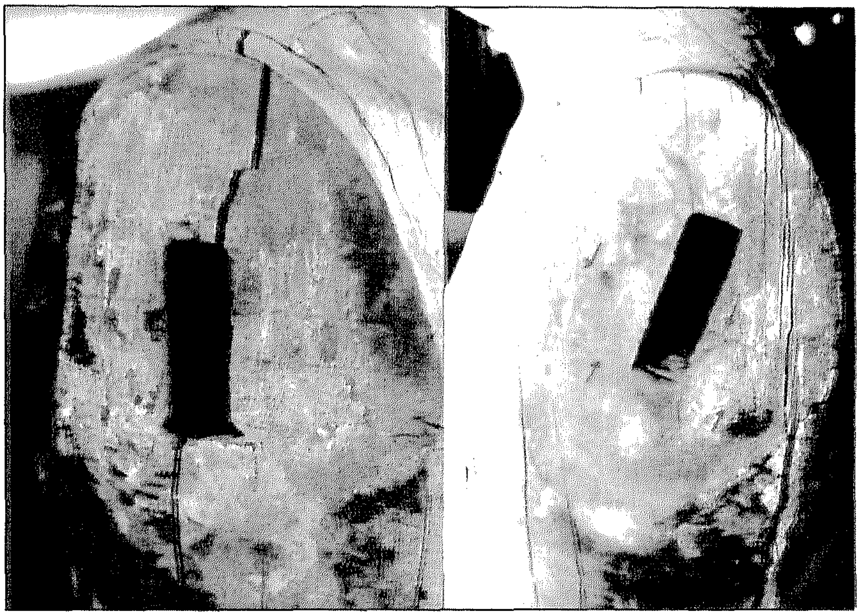
مسقط طولى قطرى لقطاع فى العينة السابقة يوضح عدد من القصيبات ذات التغلظ النقرى (فى الوسط) وصفوف متعامدة من خلايا الأشعة، بالإضافة إلى صفوف متوازية من خلايا برانشيمية الخشب رقيقة الجدر ، أو ألياف الخشب غليظة الجدر .

[الماسح الالكترونى]
[تكبير X١٥٠] .



صورة رقم (٦٤)

توضح الأسلوب المستخدم لتثبيت اللسان بالذراع الأيمن بتمثال «كاعبر» .



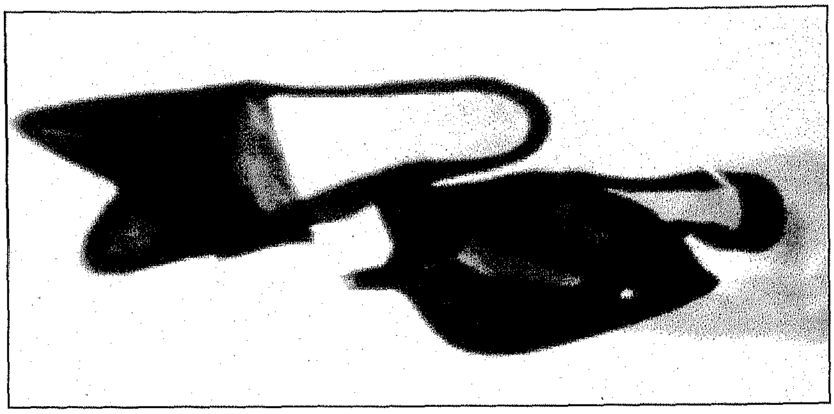
صورة رقم (٦٥)

توضح نقرى تثبيت كلاً من لسانى ذراعى تمثال «كاعبر» بالجسم ويلاحظ الاتجاه المائل لنقر الذراع الأيسر المنثنى، وتشير الاسهم إلى الخطين المستخدمين لتحديد موضع ثقوب خابور زيادة تثبيت اللسان .



صورة رقم (٦٦)

توضح الأسلوب الذى أتبعه الصانع فى تشكيل وتثبيت حلمة الصدر بتمثال «كاعبر»



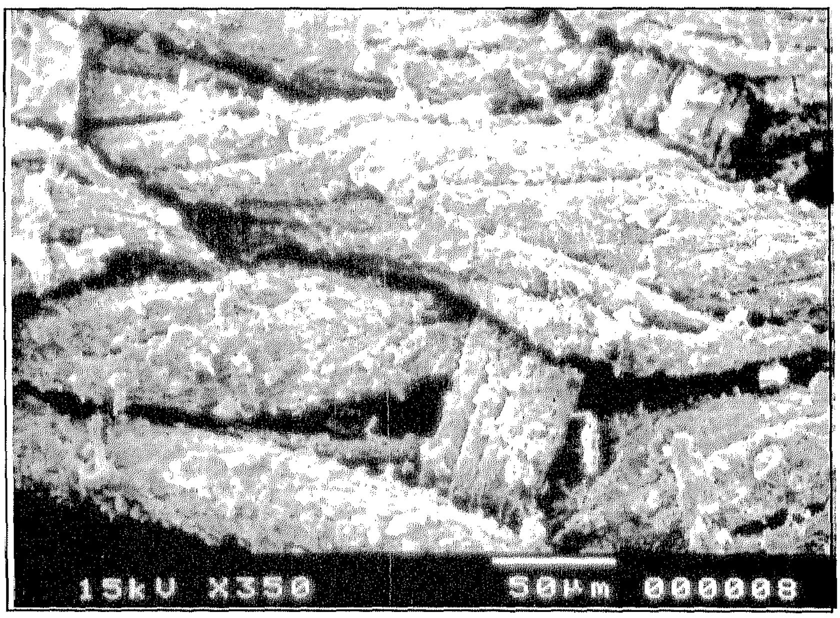
صورة رقم (٦٧)

توضح نتيجة التصوير بالأشعة السينية لتطعيم أعين «كاعبر» .



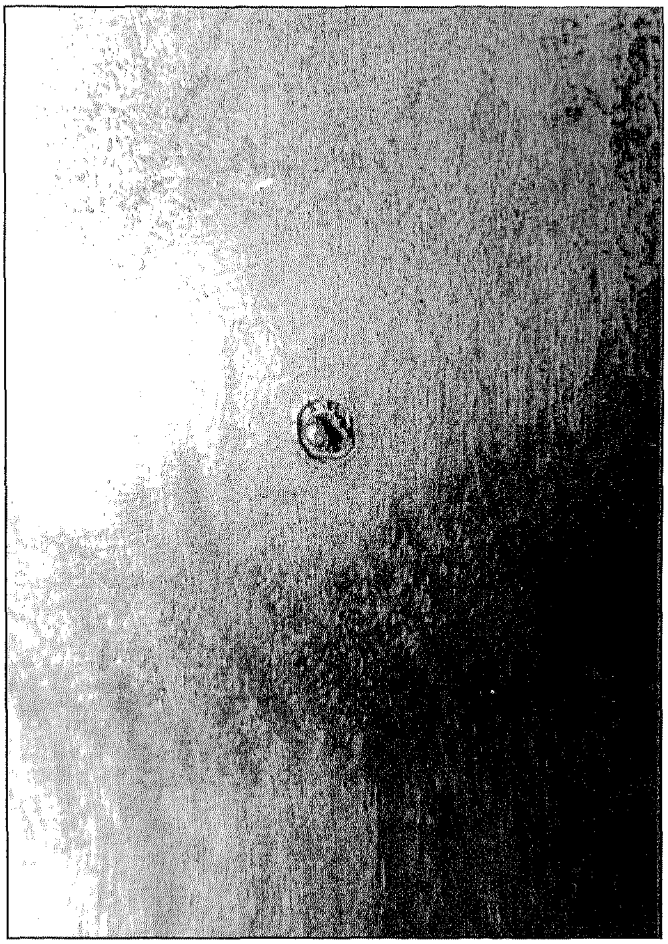
صورة رقم (٦٨)

بقايا طبقة النسيج الكتانى الرقيق الحامل لطبقة الجسو بالجانب الأيسر لعنق تمثال «كاعبر» .



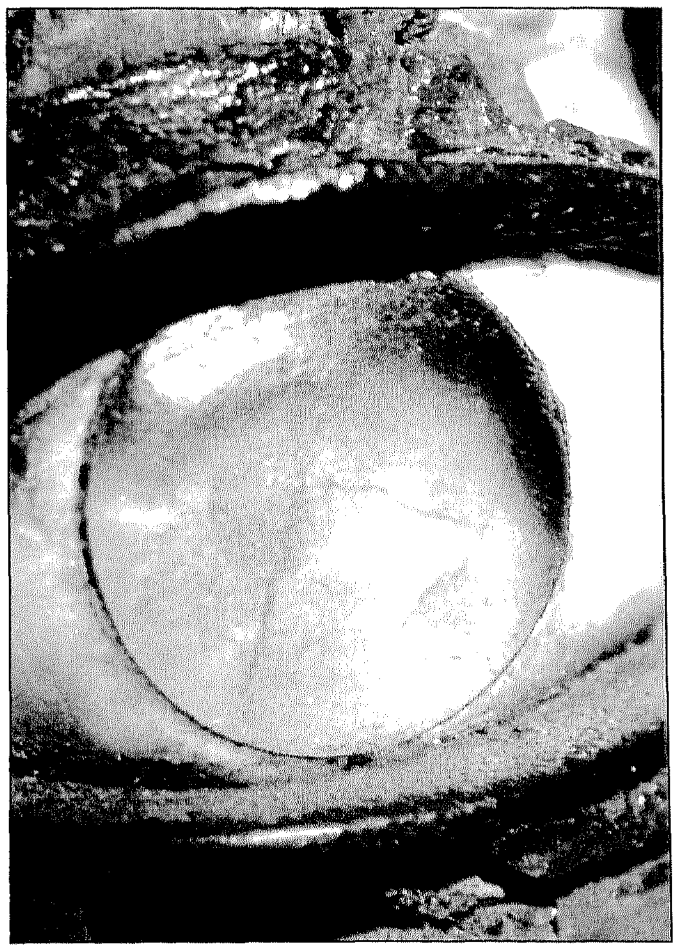
صورة رقم (٦٩)

صورة مكبرة لعينة من النسيج السابق توضح أسلوب النسج المستخدم .
[صورة بالماسح الالكترونى]
[تكبير ٣٥٠ X] .



صورة رقم (٧٠)

الجـزء الخشبى مسـتدير القـطاع المثبت داخل فراغ مناسب بوسط الصـدر والذى يمثل حلمة الصـدر بالتمثال السابق .

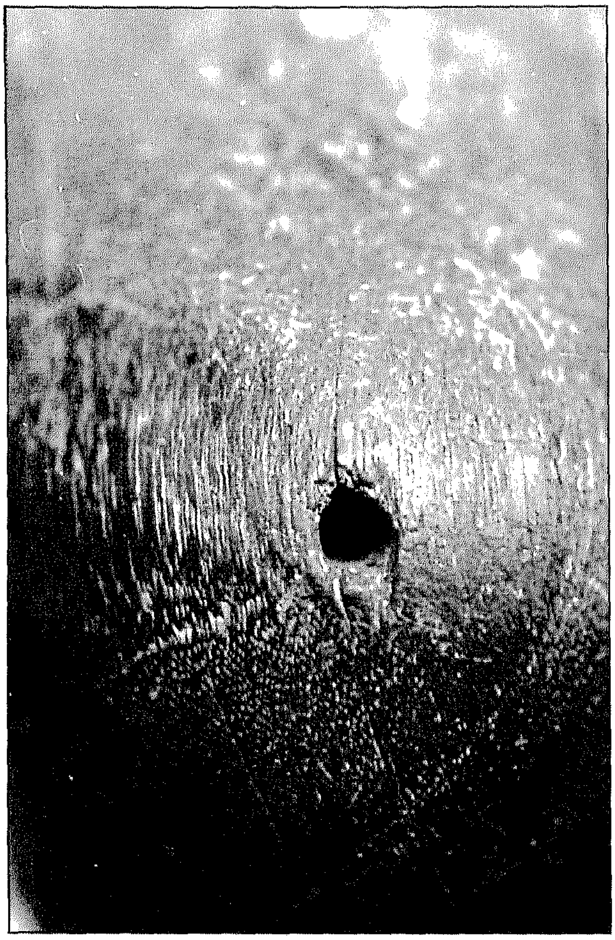


صورة رقم (٧١)

صورة مكبرة لتطعيم العين اليسرى بتمثال الشاب توضح القزحية ذات اللون الرمادى والتى يتوسطها الحدقة .

[صورة بالأستريوميكروسكوب]

[تكبير X١٦] .



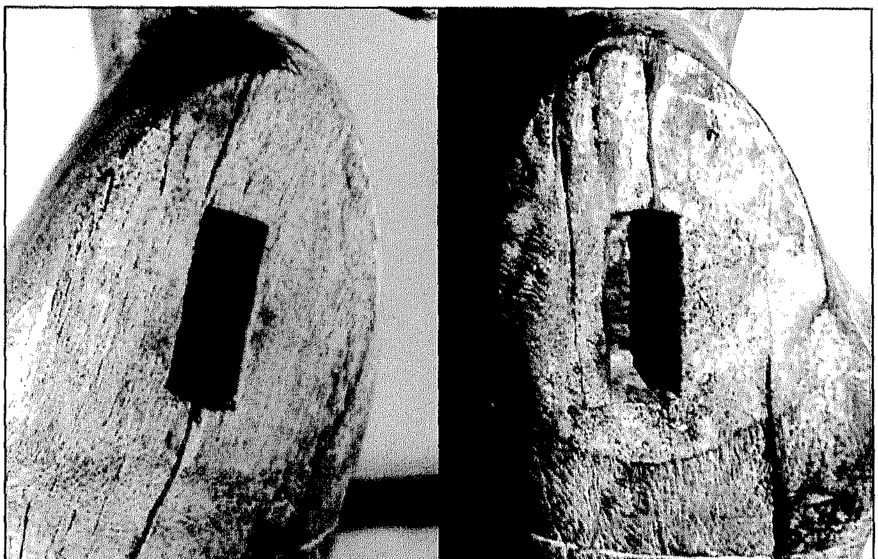


صورة رقم (٧٢)

توضح الجـزء الغـائر بتمثال «زوجـة شيخ البلد» الذى كان مستكملاً بجـزء خشبى مضاف عن طريق لسانين عيرة لم يتبق منهم إلا الفتحات الخاصة بتثبيتهم .

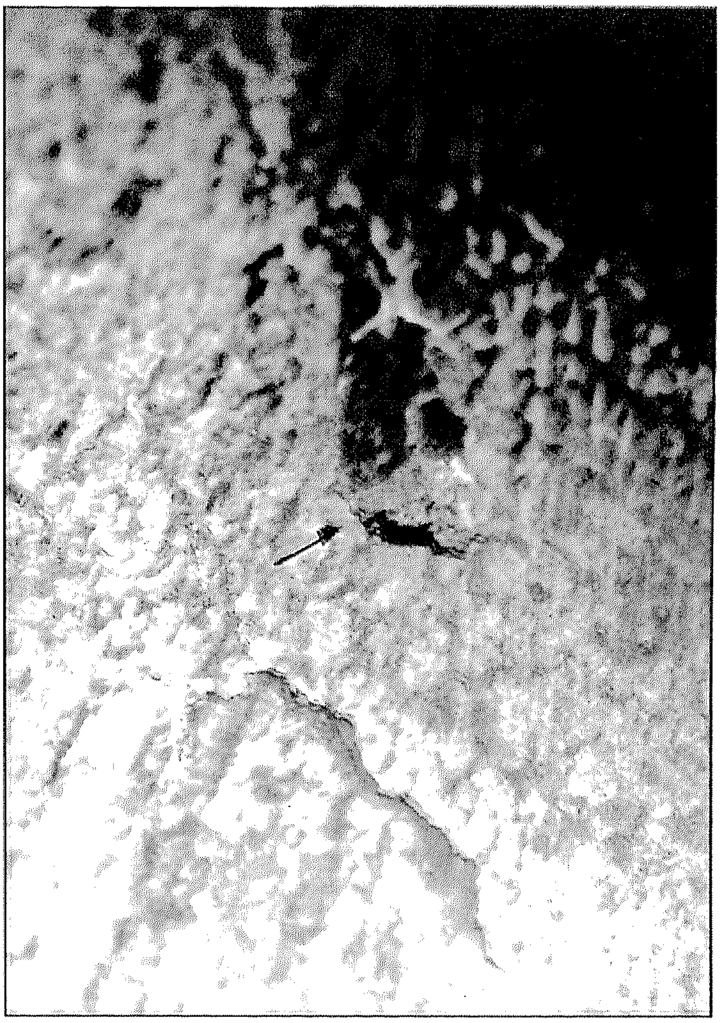
صورة رقم (٧٣)

توضح الثقـب الخـاص بتثبـيت الجزء المشكل بإحدى نهايتيه حلمة الصدر اليمنى بتمثال «زوجة شيخ البلد» .



صورة رقم (٧٤)

توضح نقر تثبيت لسان ذراعى تمثال «زوجة شيخ البلد» بالجسم حيث يظهر واضحا أن نقر الذراع الأيمن مستقيم بينما نقر الذراع الأيسر مائل مما يرجح احتمال أن الذراع الأيسر كان ممتدًا للأمام .

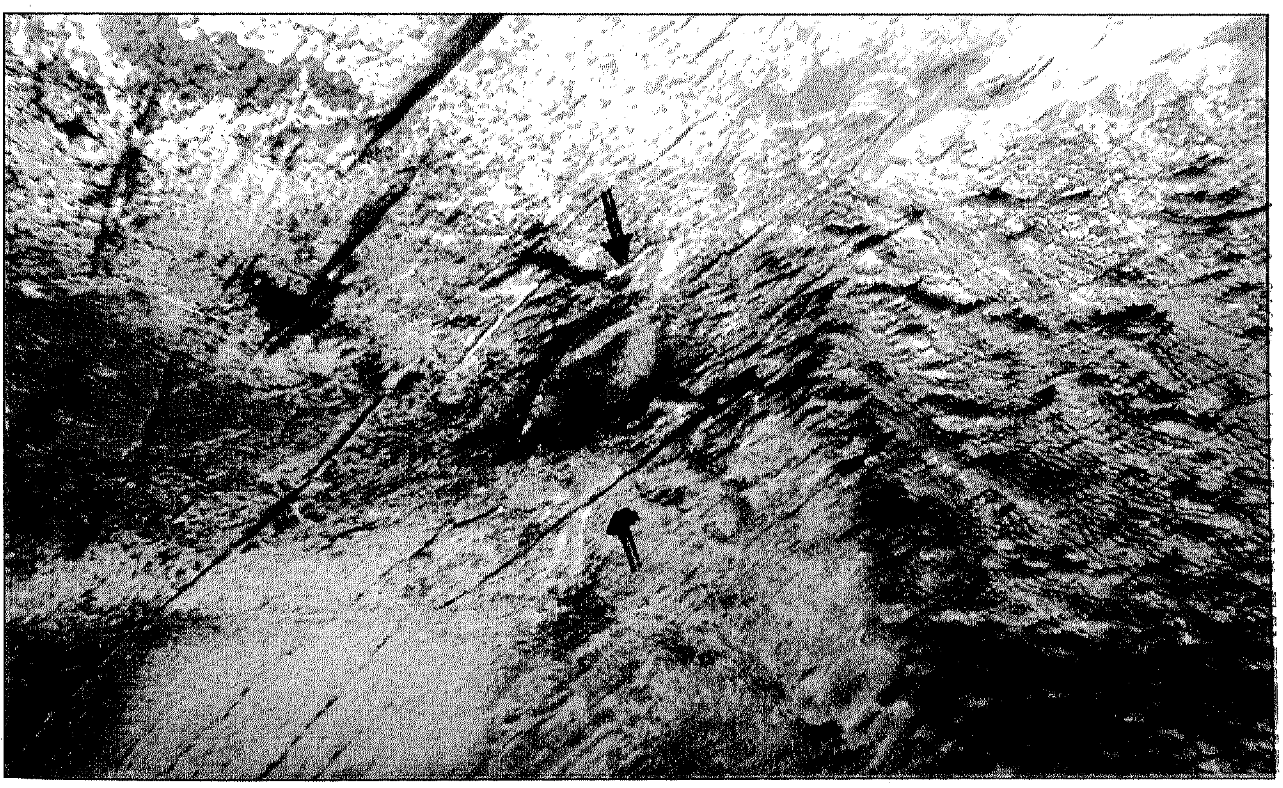


صورة رقم (٧٥)

توضح جزء ظاهر من المعجون البنى المحمر الموجود بيسار الصدرية .

[صورة بالأستريوميكروسكوب]

[تكبير X ١٦] .



صورة رقم (٧٦)

توضح قطعة المعجون البنى المحمر الملون سطحها بلون قاتم بالجزء الداخلى أسفل الخد الأيسر .



صورة رقم (٧٧)

توضح أجزاء من الطبقة البيضاء داخل التآكل الحشرى برأس تمثال «زوجة شيخ البلد» من الخلف .
[صورة بالأستريوميكروسكوب]
[تكبير ١٦ X] .



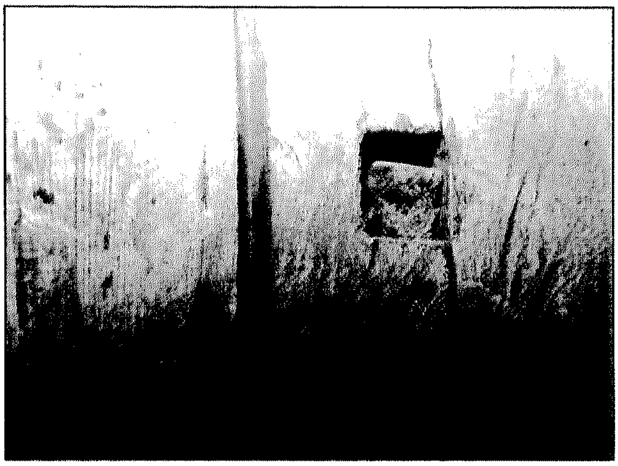
صورة رقم (٧٨)

توضح الجانب الأيسر من الشعر المستعار بتمثال «زوجة شيخ البلد» من الأمام ويظهر واضحًا وجود الطبقة البيضاء فوق لون الشعر الأسود وداخل الشقوق وفوق الأجزاء المفقودة من سطح الخشب .



صورة رقم (٧٩)

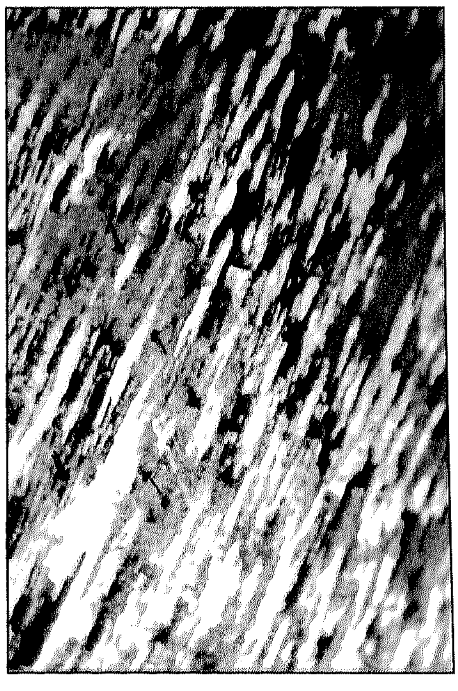
توضح بقايا المادة البيضاء المعتمة على لسان تثبيت ذراع «كاعبر» بالجسم .





صورة رقم (٨٠أ - ب)

توضح على اليمين خابور تأمين تثبيت لسان الذراع الأيمن لـ «كاعبر» بالجسم كما كان سابقًا حيث يظهر واضحًا أنه مثبت عكس اتجاهه الأصلى ، بينما على اليسار صورة توضح الخابور بعد اعادة تثبيته فى وضعه الصحيح .



صورة رقم (٨١أ - ب)

توضح رقم التسجيل المكتوب بالطلاء الأحمر الحديث بالجانب الأيسر لتمثال «زوجة شيخ البلد» حيث يظهر واضحًا فى الصورة اليمنى تداخل الطبقة البيضاء فى ألياف الخشب مع وجودها فوق طبقة الطلاء الحديث ، بينما فى الصورة اليسرى يظهر الرقم بعد إزالة المادة البيضاء حيث ظهر أسفلها طبقة الطلاء .

[صورة بالأستريوميكروسكوب]
[تكبير ١٦ X] .







صورة رقم (٨٢)

جزء من ثقل قلادة الصدر الموجودة بظهر تمثال السيدة وقد أزيلت المادة البيضاء من فوقه حيث ظهر أسفلها اللون الأسود الأصلى .

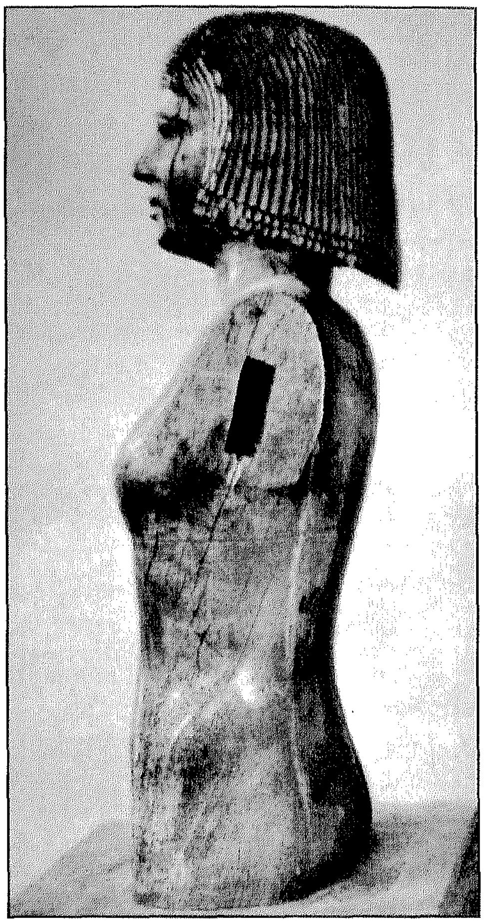
صورة رقم (٨٣)

توضح المادة البيضاء المعتمة أعلى الصدر الأيسر لتمثال «كاعبر» .



صورة رقم (٨٤ أ - ب)

توضح بعض الخطوط الغائرة الناتجة عن عمل قالب على كل من تمثال «كاعبر» والسيدة حيث على اليمين الساعد الأيسر لـ «كاعبر» وعلى اليسار الجانب الأيمن للسيدة من الأمام ، ويلاحظ بقايا المادة البيضاء التى يلتصق بسطحها طبقة قاتمة اللون داخل هذه الخطوط .





صورة رقم (٨٥)

منظر أمامى وجانبى لتمثال «زوجة شيخ البلد» يرجع إلى أواخر القرن الماضى حيث يظهر بوضوح الخطوط البيضاء الغائرة التى تحدد مواضع فصل أجزاء القالب (١) .

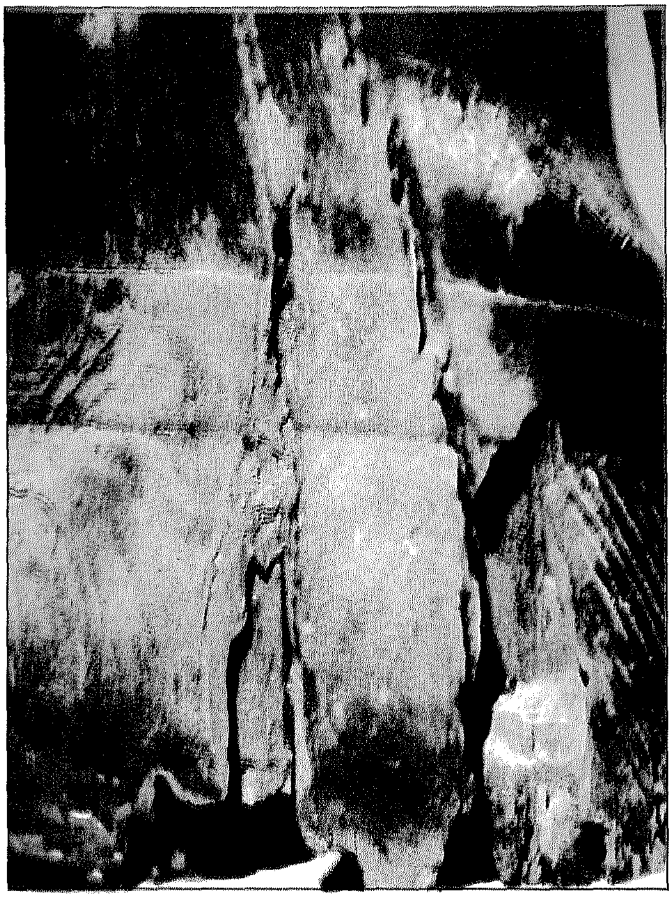


صورة رقم (٨٦)

نموذج الجبس القديم لتمثال «زوجة شيخ البلد» والذى تم الحصول عليه عن طريق عمل قالب على الأصل بعد الكشف عن المقبرة ، ويلاحظ الخطوط التى تحدد أماكن تجميع أجزاء القالب معًا وهى ظاهرة على التمثال الأصلى فى نفس المواضع .

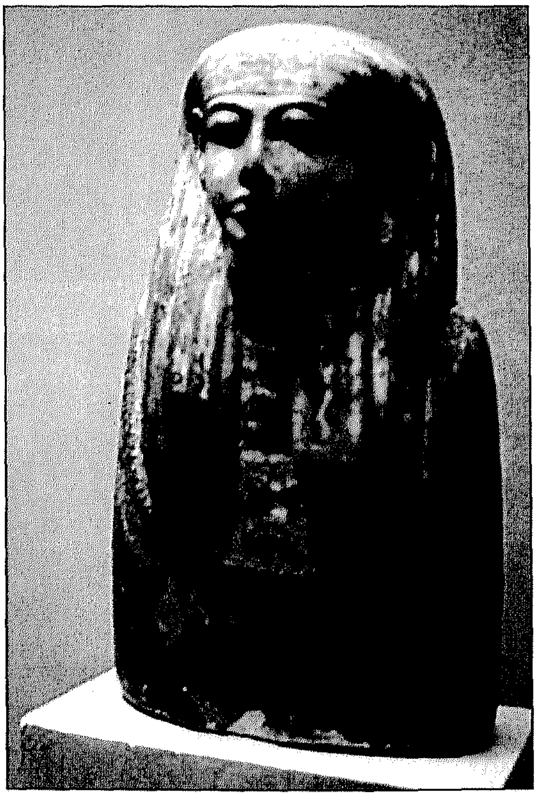
(محفوظ حاليًا بقسم النماذج بمركز تسجيل الآثار - المجلس الأعلى للآثار)

1- Maspero, "Le Musee Egyptien", Publie Par M.E. Grebaut, Tome premier, Le Caire, Impreimerie De Linstitut Francais D'Archeologie Oreentale, 1890-1900, Pl. XIV, PP. 13-14.



صورة رقم (٨٧)

توضح التآكل الحشرى الشديد فى أسفل الجانب الأيمن بظهر تمثال الشاب .



صورة رقم (٨٨ - أ)

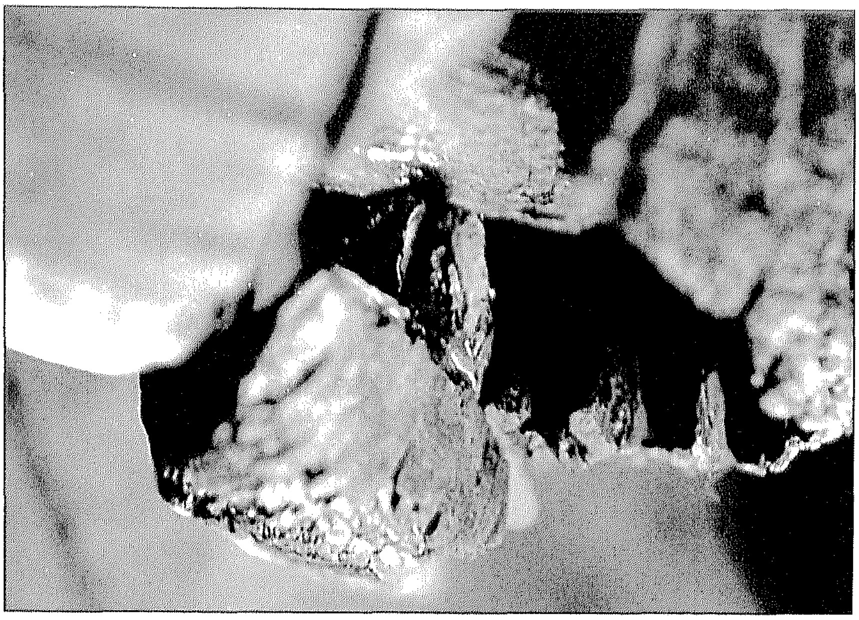
أوائل الأسرة ١٩ - دير المدينة . (متحف المتروبوليتان - نيويورك)



صورة رقم (٨٨ - ب)

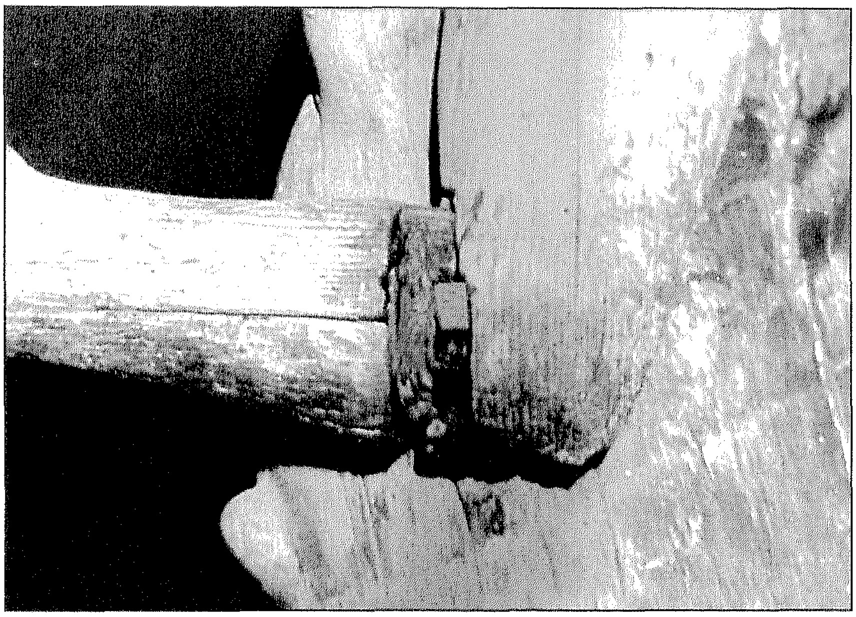
توت عنخ آمون - الأسرة ١٨ .(المتحف المصرى - القاهرة)

مثالان للتماثيل الخشبية التى كانت تصنع بصورة نصفية ويلاحظ عدم وجود الأذرع مع عدم الاهتمام بتشكيل تفاصيل الجسم .

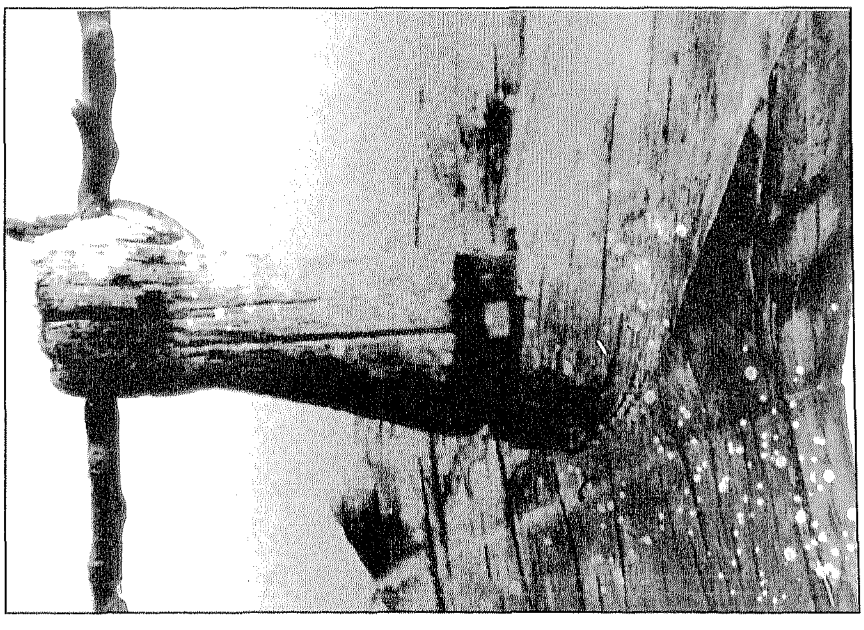


صورة رقم (٨٩)

توضح بقايا الترميم السابق الذى استخدم فى تثبيت الجزء الخشبى البارز بالذراع الأيسر لتمثال «كاعبر» فى غير موضعه الصحيح .



(أ)



(ب)

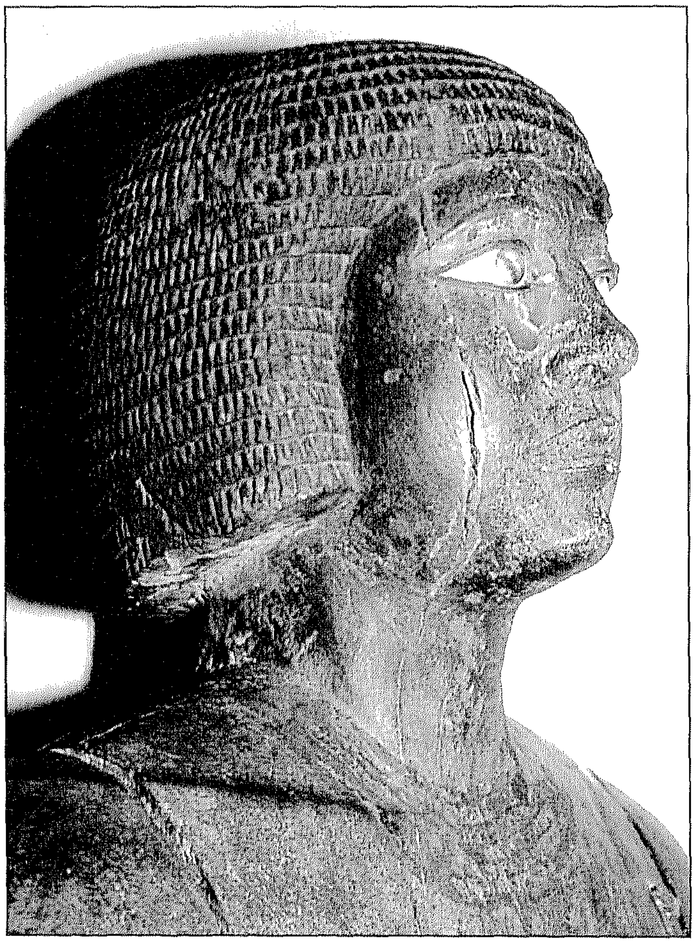
صورة رقم (١٩٠ - ب)

توضح (أعلى) موضع اتصال الساعد بالعضد بالذراع الأيسر لتمثال «كاعبر» حاليًا و(أسفل) صورة قديمة على فيلم زجاج كان يستخدم قديمًا فى التصوير (١) ، وبمقارنة الصورتين يلاحظ أن الصورة القديمة لا يوجد بها الجزء الخشبى المثبت عند خط الاتصال .

١- صورة من ارشيف المتحف المصرى ترجع إلى أواخر القرن الماضى .



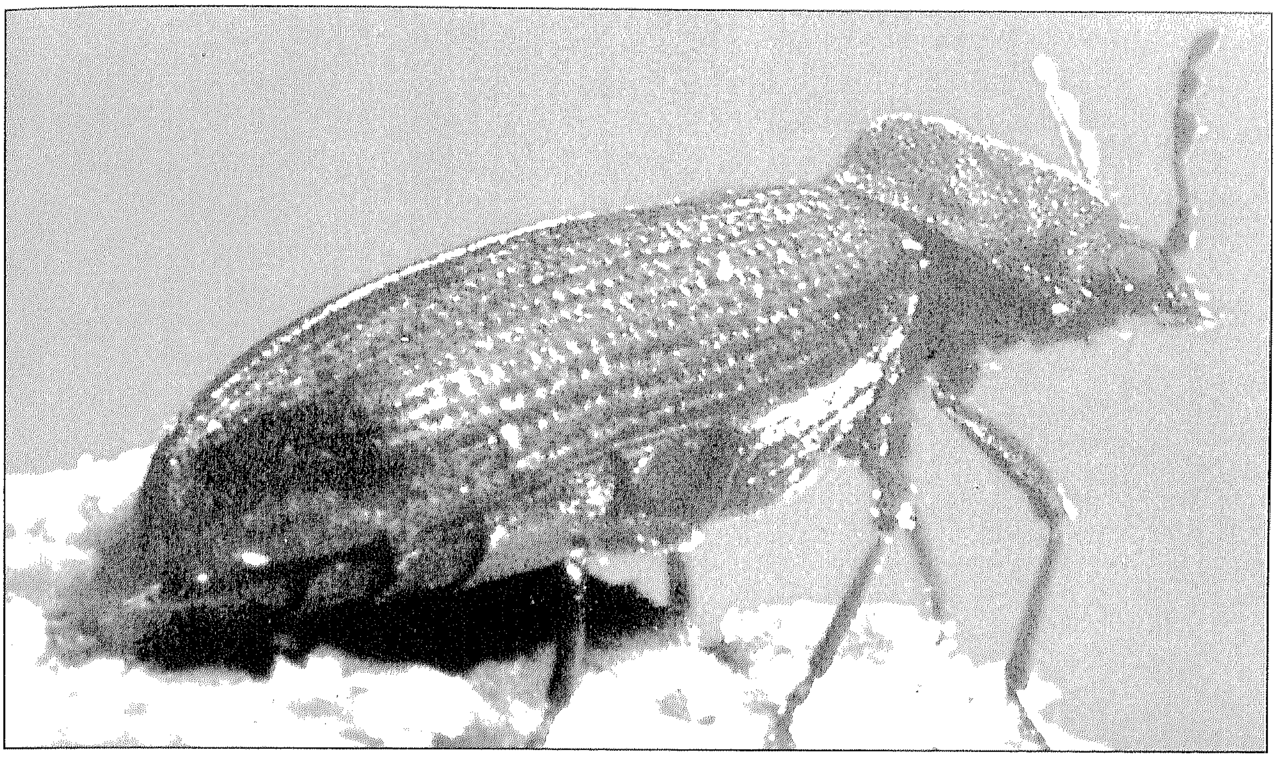
(أ)



(ب)

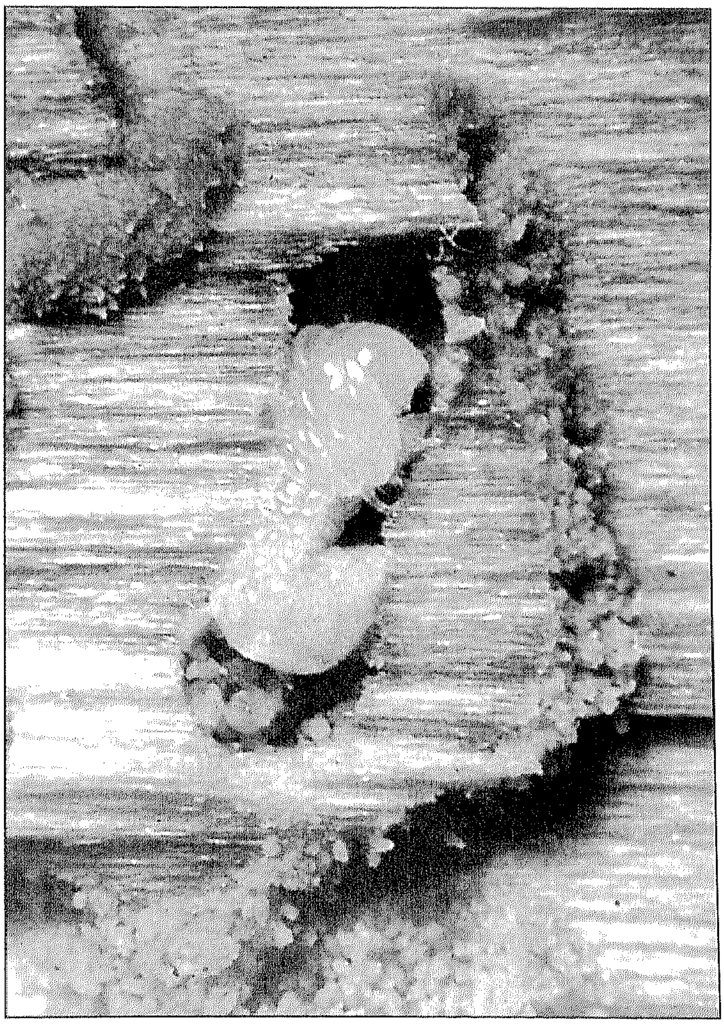
صورة رقم (١٩١أ - ب)

توضح بقـايا المعجون فى الشـرخ الطولى العميق الذى يوجـد بطـول يمـين تمثال «كاعبر» (أ) ، وبالشرخ الموجود بالجانب الأيمن لوجه تمثال الشاب (ب) ، ويلاحظ أن كلاً من الشرخين تعرضا للاتساع وتساقط طبقات المعجون بسبب التغيـرات فى الرطوبة النسبية .



صورة رقم (٩٢)

الطــور الكـامل لحشــرة "Anobiuem punctatum" (1)



صورة رقم (٩٣)

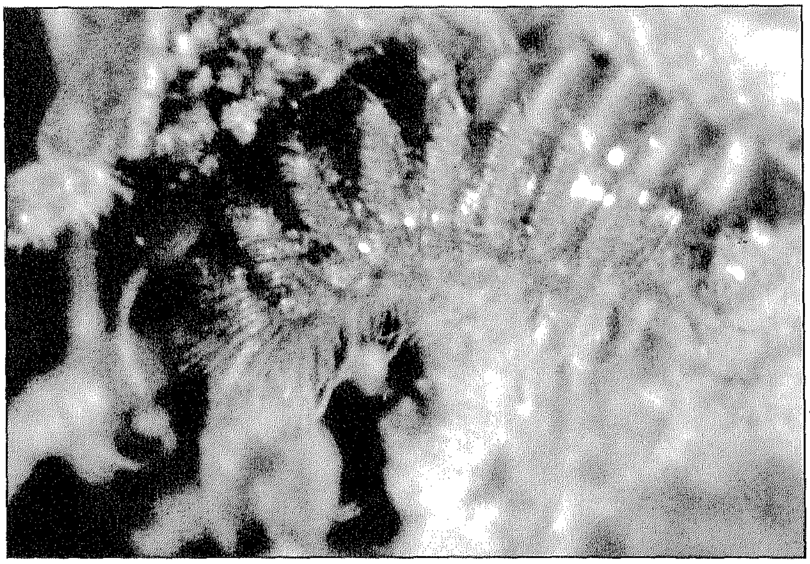
يرقة حشرة "Anobiuem punctatum" (1)

1- Creffield, J.; OP. Cit., PP. 2-3-12.

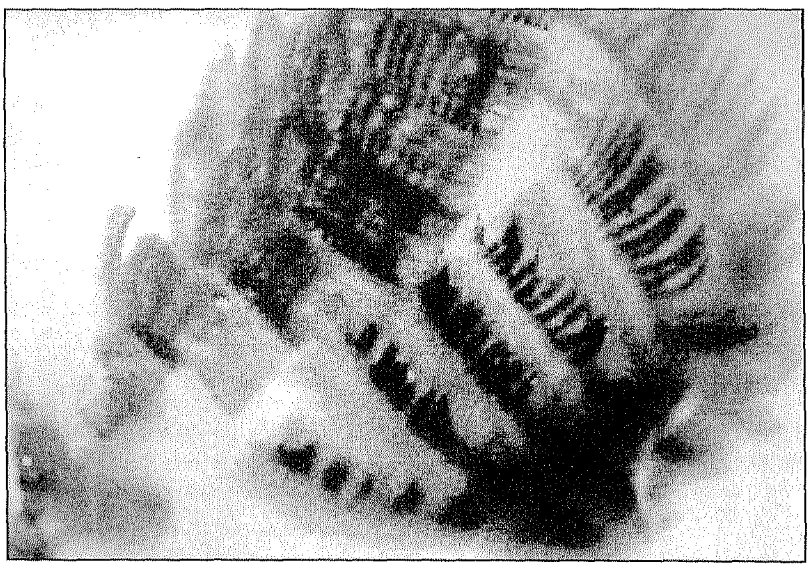


صورة رقم (٩٤)

صورة بالأشعة السينية لتمثال الشاب توضح مدى تغلغل التآكل الحشرى داخل جسم التمثال حيث بدأ متسعًا ثم يقل كلما توغل فى عمق الخشب .



(أ)

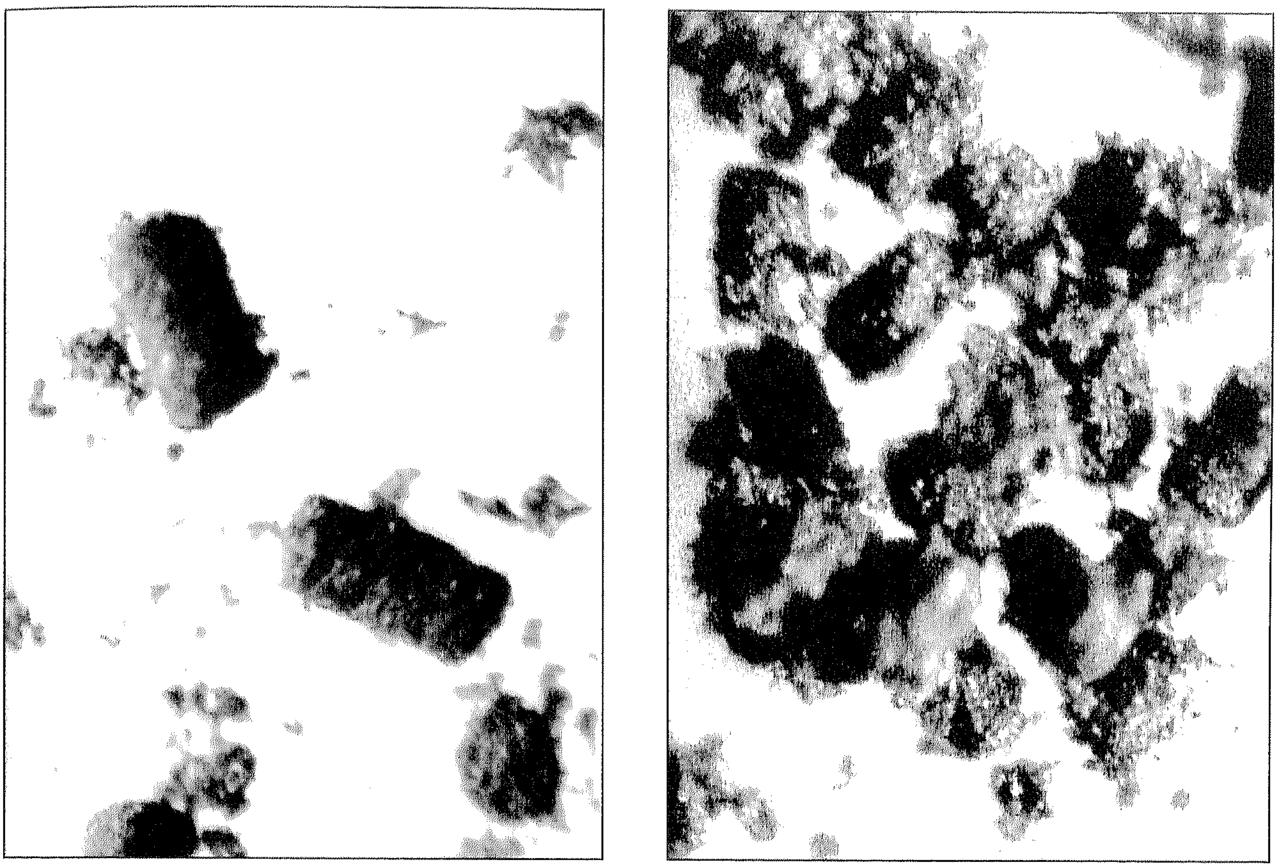


(ب)

صورة رقم (٩٥أ - ب)

صور مكبرة لبعض الانسلاخات الحشرية التى عثر عليها داخل الأنفاق الحشرية بجسم تمثال الشاب . ويلاحظ الشعيرات الداكنة اللون التى توجد بين عقل الجسم والتى هى من صفات يرقة حشرة «الدرمستيس» .

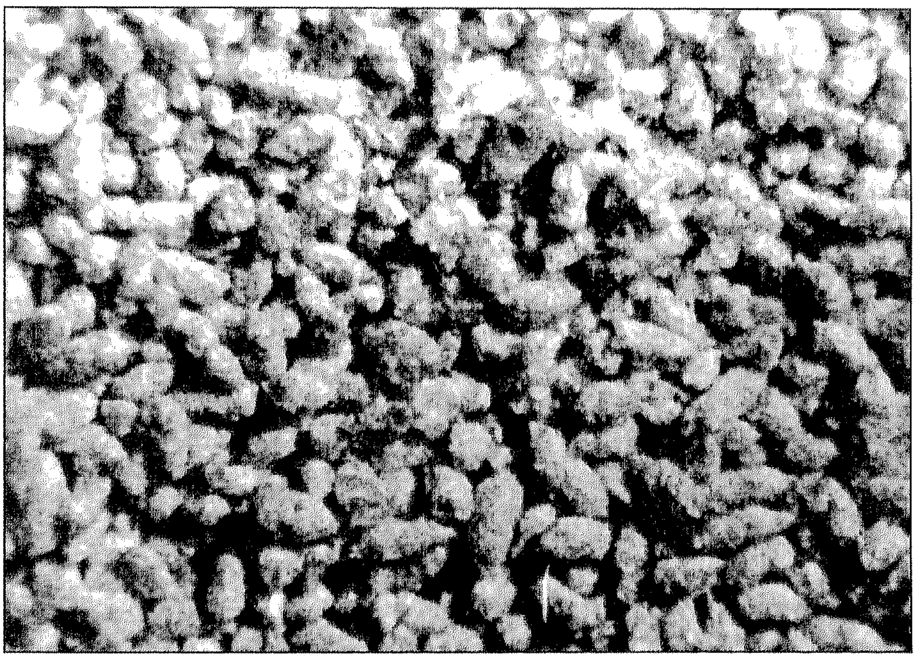
[صورة بالأستريوميكروسكوب]
[تكبير X٤٠] .



صورة رقم (٩٦)

توضح شكل الكريات الأسطوانية التى عثر عليها داخل التآكل الحشرى بالقطاع المنشور وبظهر تمثال «زوجة شيخ البلد» .

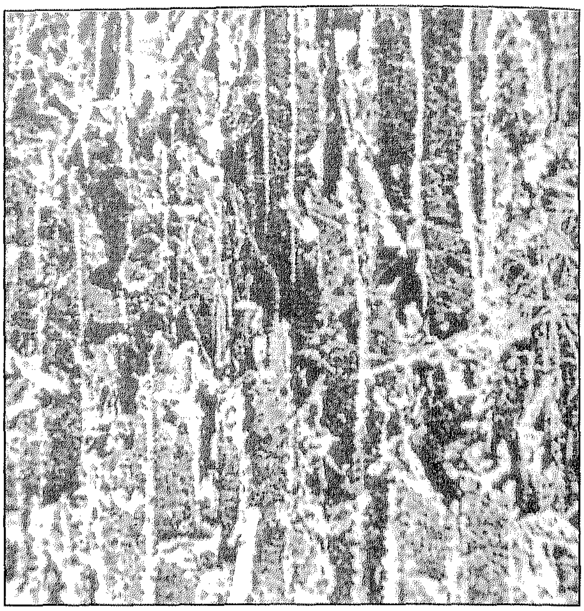
[صورة بالأستريوميكروسكوب – تكبير X١٠٠] .



صورة رقم (٩٧)

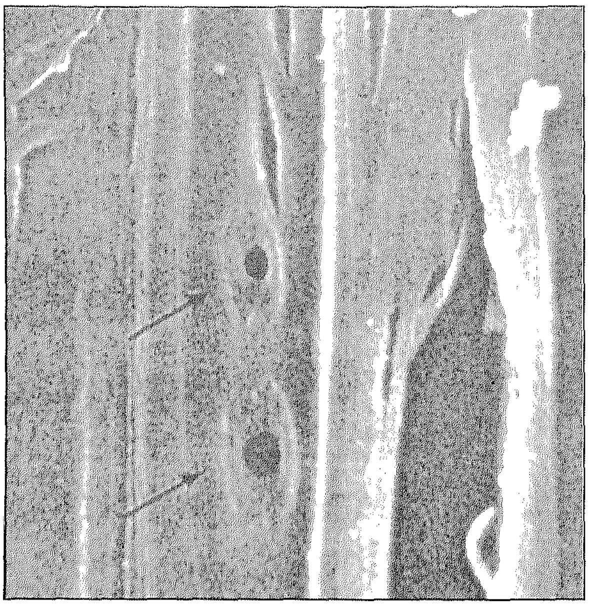
توضح كرات من فضلات يرقات حشرة "Anobium" (1)

1- Eaton, R. and Hale, M.; Op. Cit., Fig. 11.2.



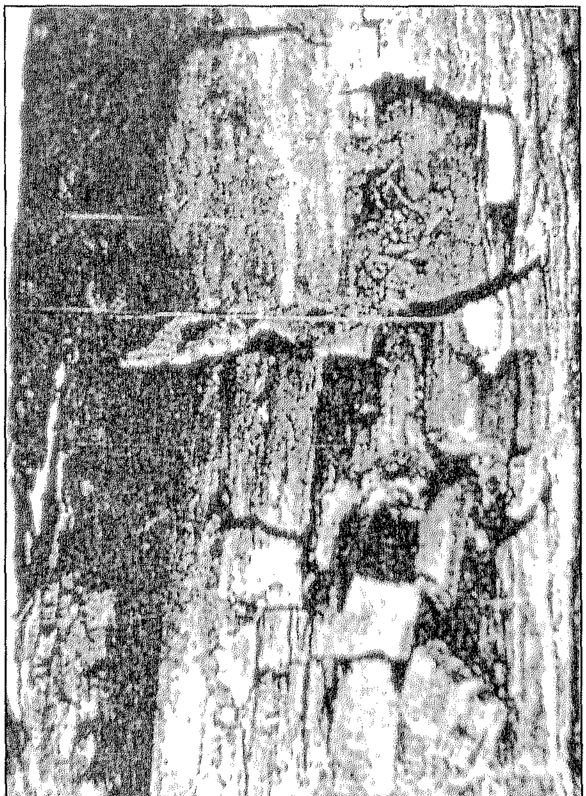
صورة رقم (٩٨)

مرحلة متقدمة من العفن الأبيض أدت إلى تعرض محتويات الخلايا للتدهور [١] .



صورة رقم (٩٩)

قطاع طولى قطرى فى خشب البتولا المصاب بالعفن الأبيض الذى تسبب فى ازدياد حجم النقر [٢] .



صورة رقم (١٠٠)

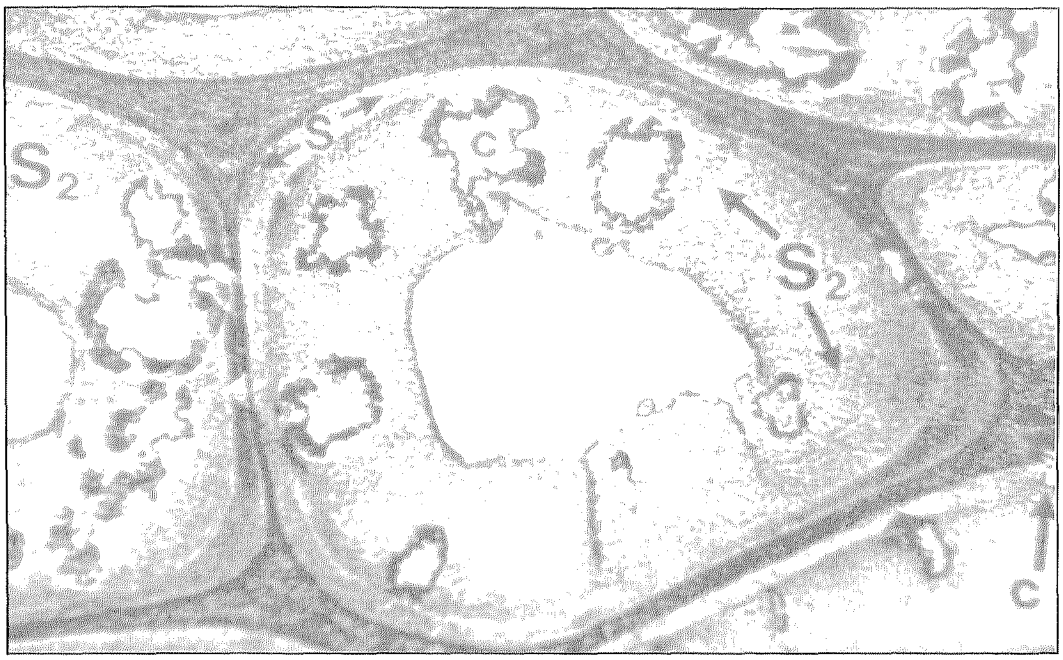
توضح مظهر الخشب الجاف المصاب بالعفن البنى [٣] .



صورة رقم (١٠١)

إصابة متقدمة بالعفن البنى أدت إلى تمدد الجدران الثانوية (S) وتشوه مناطق الصفيحة الوسطى بين الخلايا مع تواجد بقايا من هيفات الفطر فى فراغ الخلايا (الأسهم)[٤] .

1- Blanchette, R. , Nilsson, T. and others; Op. Cit., P.145, Fig. 2b.
2- Eaton, R. and Hale, M.; Op. Cit., P.96, Fig. 307.
3- Blanchette, R. , Nilsson, T. and others; Op. Cit., P.152, Fig. 6a.
4- Blanchette, R. , Haight, J. and others; Op. Cit., P.66, Fig. 6D.



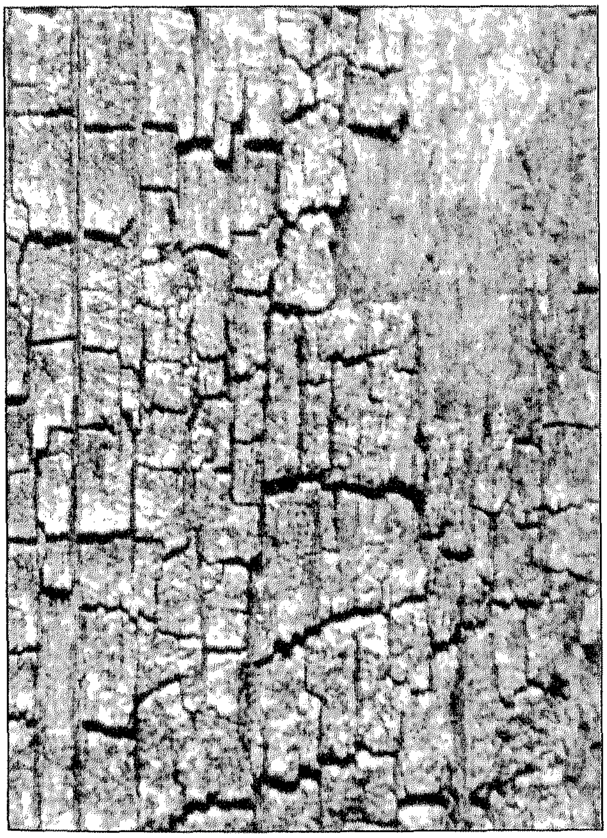
صورة رقم (١٠٢)

صورة بالميكروسكوب الألكترونى النافذ لقطاع عرضى بألياف خشب تابوت مصرى قديم تظهر الفراغات الناتجة عن الاصابة بالعفن الطرى فى كل من طبقات S_1, S_2 [1] .



صورة رقم (١٠٣)

توضح الفراغات الناتجة عن العفن الطرى بجدران الخلايا فى القطاع الطولى القطرى للقصيبات [2] .



صورة رقم (١٠٤)

توضح سطح خشب مصاب بالعفن الطرى حيث يظهر واضحاً الشروخ السطحية العرضية التى تعتبر من أهم مظاهر الاصابة [3] .

1- Nilsson, T. and Daniel, G.; Op. Cit., P.72, Fig. 1.

2- Blanchette, R. and Simpson, E.; "Soft Rot and Wood Pseudomorphs in an Ancient Coffin", IAWA. Bulletin n.s., Vol. 13 (2), U.S.A., 1992, Fig. 9.

3-Eaton, R. and Hale, M.; Op. Cit., P.99, Fig. 3-10.



صورة رقم (١٠٥)

توضح هيفا فطريات التبقيع وهى تخترق جدران خلايا الخشب [1] .



صورة رقم (١٠٦)

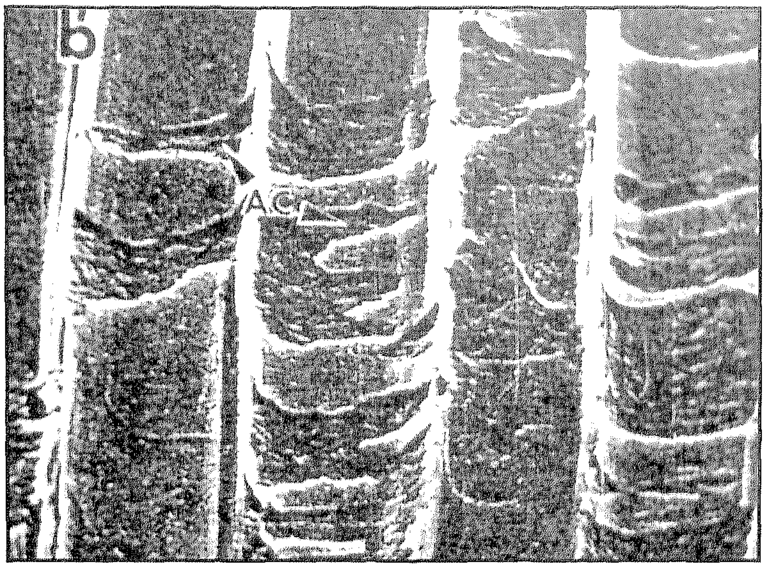
توضح مظهر ساق شجرة صنوبر تعرضت للتدهور بسبب اصابتها ببكتريا التآكل حيث تظهر الشروخ الدقيقة التى تتشابه فى المظهر مع الشروخ التى تعتبر من خصائص الاصابة بالعفن الطرى والعفن البنى [2] .



صورة رقم (١٠٧)

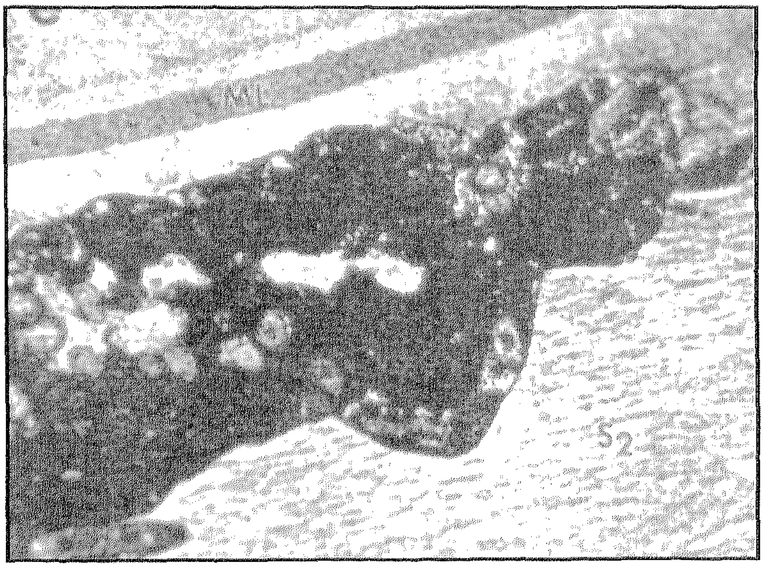
توضح مظهر الأصابة ببكتريا الأنفاق داخل أحد قصيبات خشب الصنوبر [3] .

1-Eaton, R. and Hale, M.; Op. Cit., P. 138, Fig. 5-4 C.
2- Blanchette, R. Nilsson, T. and others; Op. Cit., P.167, Fig. 13.
3-Eaton, R. and Hale, M.; Op. Cit., P. 149, Fig. 6-1.



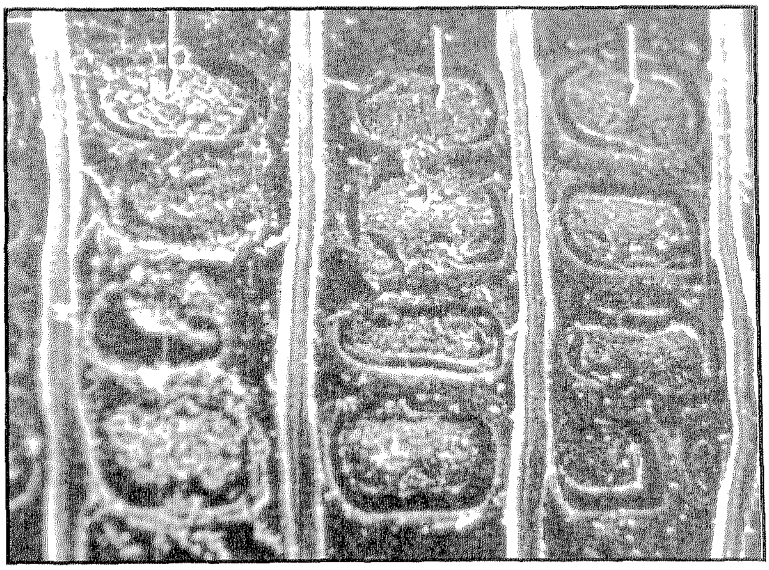
صورة رقم (١٠٨)

توضح التجاويف غير المنتظمة الناتجة عن مهاجمة بكتريا التجاويف لطبقة S_2 بجدران خلايا قصيبات خشب الصنوبر [١] .



صورة رقم (١٠٩)

توضح تأثير بكتريا التآكل على طبقة S_2 بجدران خلايا خشب الصنوبر حيث تتسبب فى المراحل المتقدمة من الأصابة فى تكوين تجاويف بهذه الطبقة [٢] .



صورة رقم (١١٠)

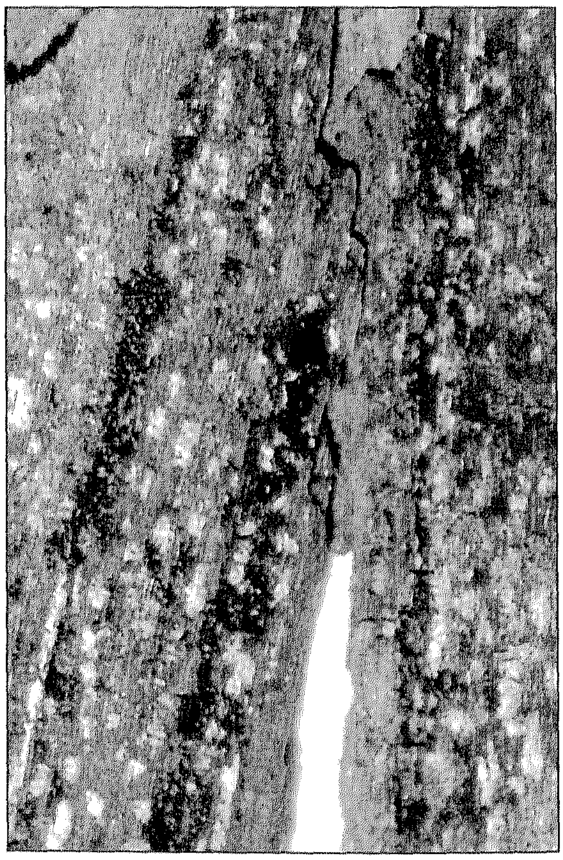
توضح مظهر وحدات النقر بالخشب العصارى لخشب الصنوبر الذى تم مهاجمته بواسطة البكتريا [٣] .

1- Blanchette, R. , Nilsson, T. and others; Op. Cit., P.166, Fig. 12 b.
2- Ibid., P. 161, Fig. 9 e.
3- loc., Cit., Fig. 9 a.



صورة رقم (١١١)

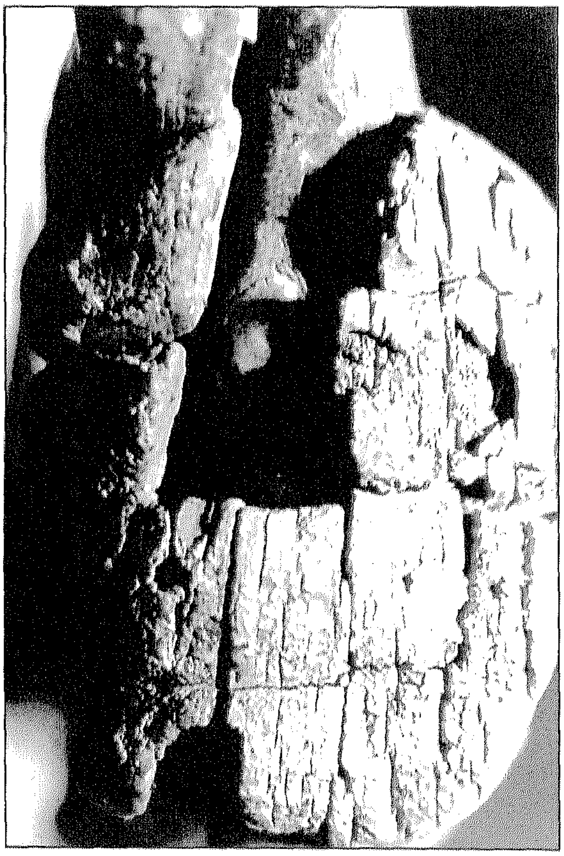
صورة مكبرة بتمثال «كاعبر» توضح موضع اتصال جزء من الطبقة المتحولة ذات اللون الفاتح مع خشب التمثال حيث يظهر واضحا مدى الاختلاف فى اللون ومظهر السطح . [صورة بالأستريوميكروسكوب - تكبير X٤٠] .



صورة رقم (١١٢)

السطح الخلفى لجزء من الطبقة المتحولة بالصورة السابقة يوضح وجود ذرات من مسحوق أبيض منتشر على السطح .

[صورة بالأستريوميكروسكوب - تكبير X١٦] .

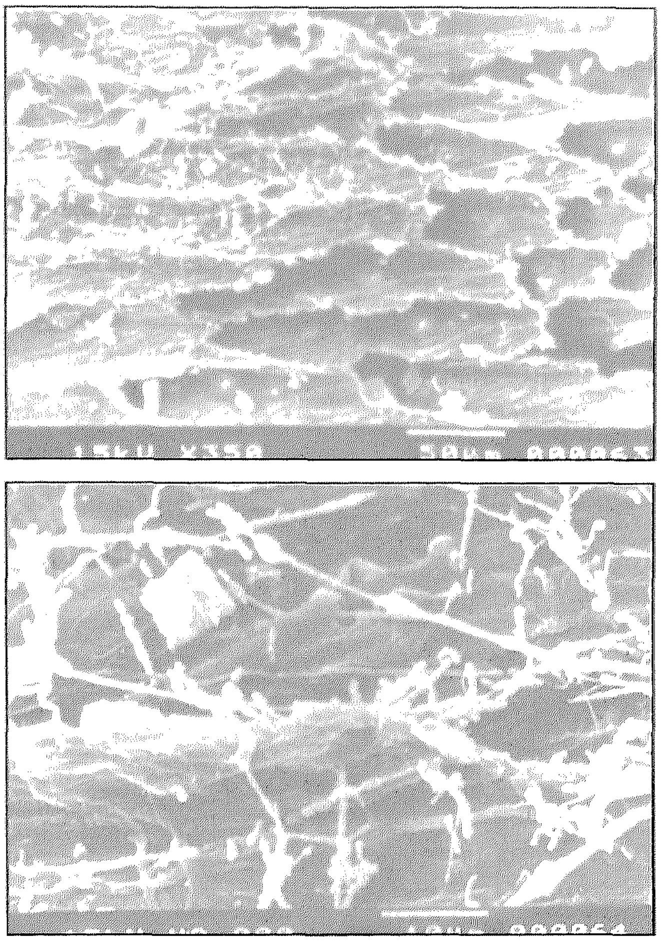


صورة رقم (١١٣)

توضح حالة سطح الخشب بقبضة اليد اليسرى لتمثال «كاعبر» .

(أ)

(ب)



صورة رقم (١١٤أ - ب)

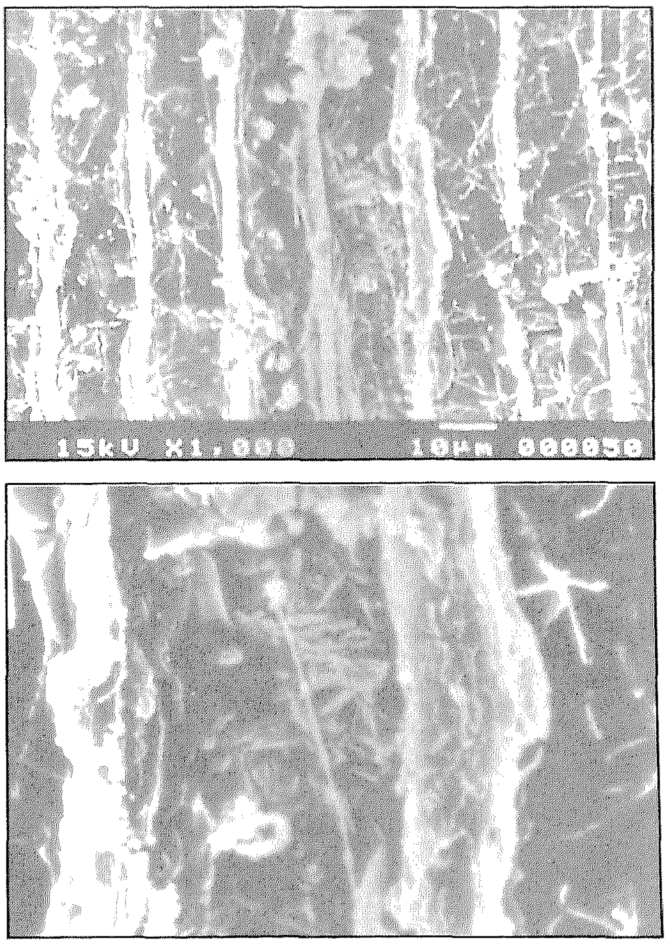
قطاع عرضى مماسى فى عينة خشب من الطبقة المتحولة ذات اللون الفاتح بتمثال «كاعبر» يوضح صفوف الخلايا البرانشيمية التى يوجد على جدرها الداخلية المنقرة غزل فطرى كثيف وتوضح الصورة (ب) جزء مكبر من الغزل الفطرى المتشابك الذى يخرج منه الحوامل الجرثومية .

[صورة بالماسح الالكترونى]

[تكبير (أ) X٣٥٠ - (ب) X٢٠٠٠]

(أ)

(ب)

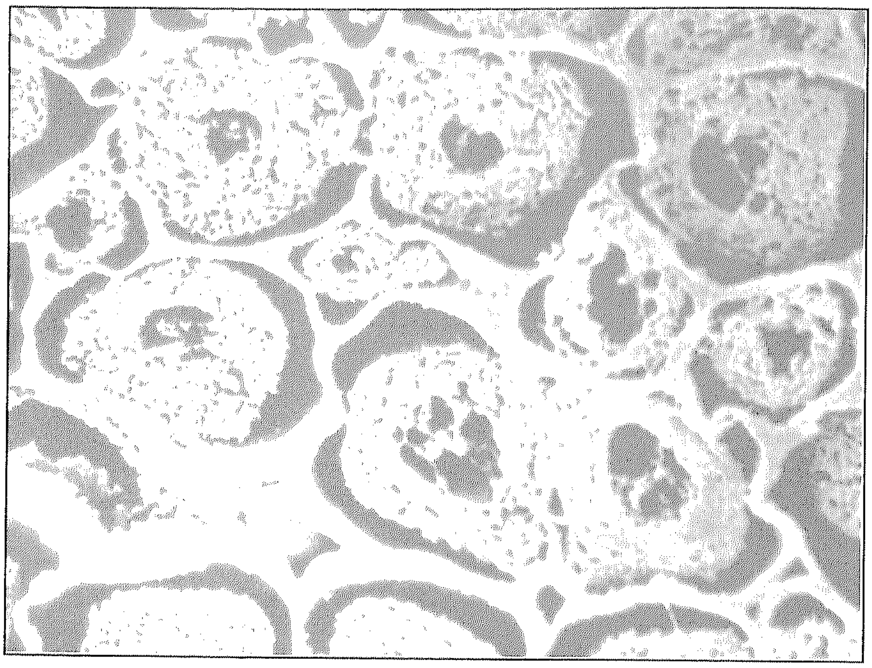


صورة رقم (١١٥أ - ب)

قطاع طولى قطرى فى عينة خشب من تمثال «كاعبر» توضح صفوف من الأشعة النخاعية المهتكة الجدر والتى يملأ فراغها غزل فطرى كثيف ويظهر فى الصورة (ب) أحد الحوامل الجرثومية للاصابة الفطرية ومجموعة من الجراثيم متجمعة أقصى اليسار .

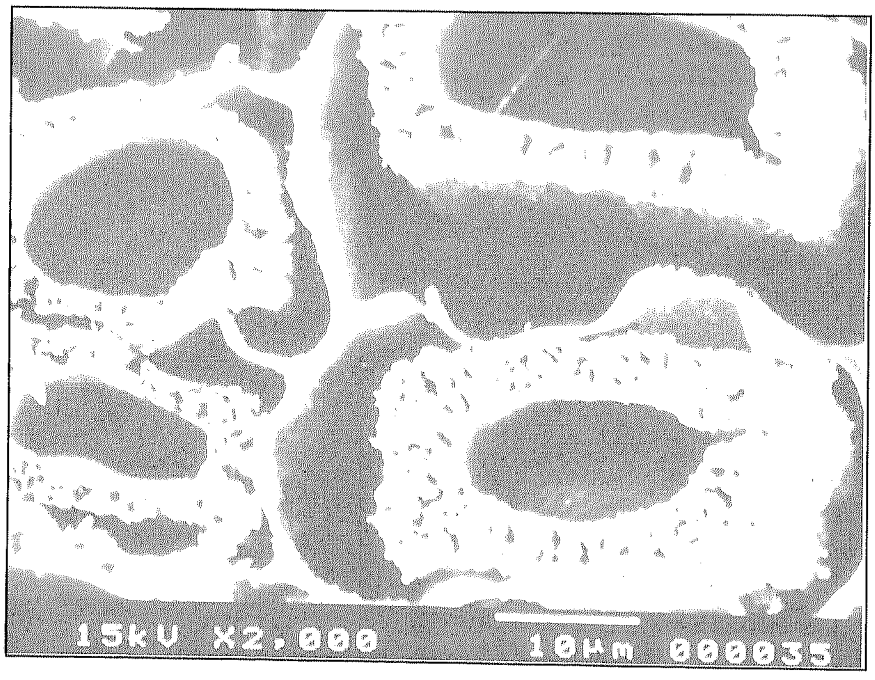
[صورة بالماسح الالكترونى]

[تكبير (أ) X١٠٠٠ - (ب) X٣٥٠٠]



صورة رقم (١١٦)

توضح مظاهر التدهور بجدران الخلايا الخشبية الناتج عن الاصابة ببكتريا الانفاق حيث تظهر الفراغات المختلفة الأشكال فى طبقات الجدران الثانوية مع شبه انفصالها عن الصفيحة الوسطى [1] .

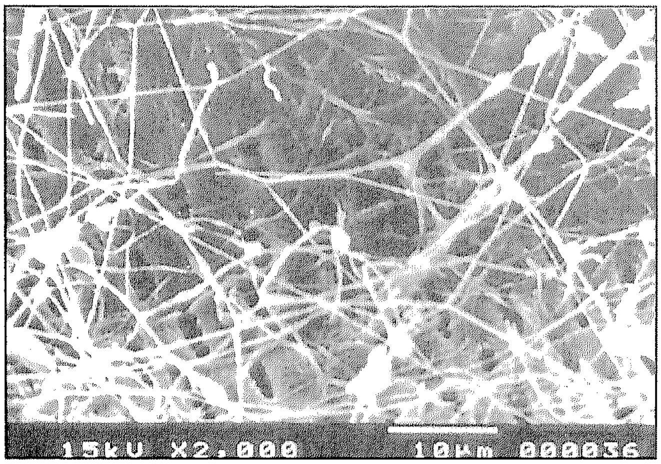


صورة رقم (١١٧)

قطاع عرضي فى عينة من خشب تمثال «كاعبر» يوضح مظاهر التدهور بجدران الخلايا الخشبية والتى تتشابه تمامًا مع مظاهر التدهور الناتجة عن الاصابة ببكتريا الانفاق الموضحة فى الصورة السابقة .

[صورة بالماسح الالكترونى - تكبير ٢٠٠٠ X] .

1 - Blanchette, R. ; "Biodeterioration of Archaeological Wood", Biodeteriortion Abstracts, Vol. 9, No. 2, CAB. Internation, U.S.A., 1995, Fig. 10 a.



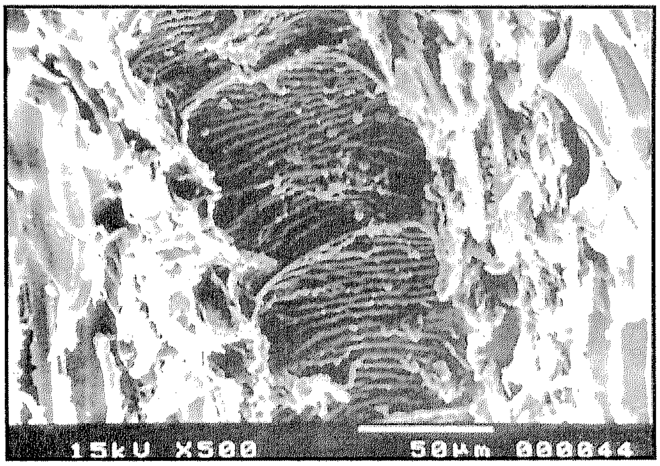
صورة رقم (١١٨)

مسقط طولى قطرى لعينة من خشب تمثال السيدة يوضح جزء من أحد أوعية الخشب ذات التغلظ المنقر والذى يغطى سطحه الداخلى غزل فطرى كثيف متشابك .

[صورة بالماسح الالكترونى]

[تكبير ٢٠٠٠ X] .

(أ)

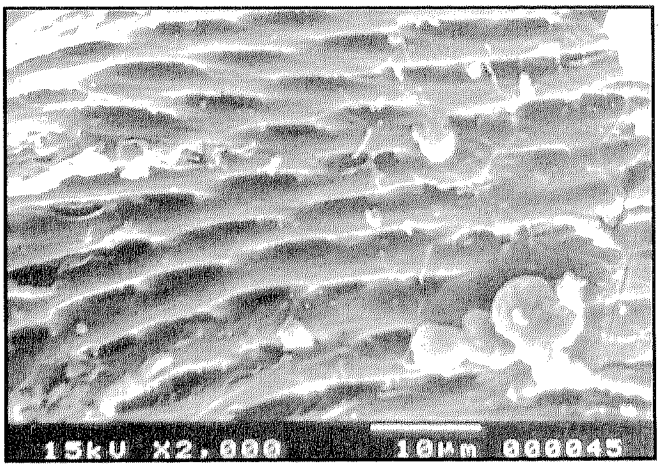


صورة رقم (١١٩أ - ب)

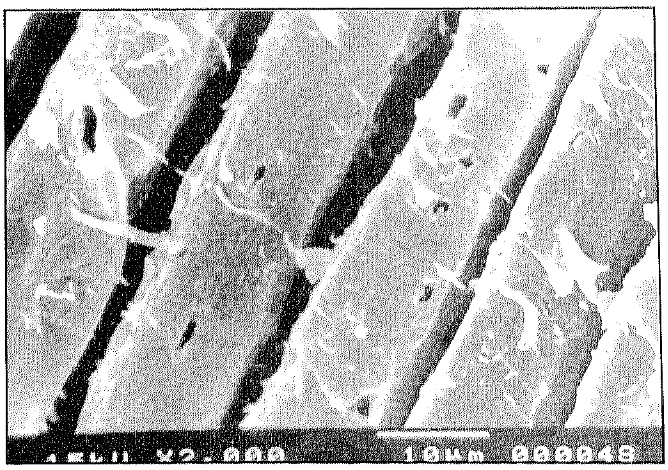
مسقط طولى مماسى فى عينة خشب من تمثال السيدة يوضح أحد أوعية الخشب الثانوى ذو التغلظ السلمى المنقر والذى ينتشر عليه جراثيم منفردة أو فى مجاميع تظهر بشكل مكبر فى الصورة (ب) .

[صورة بالماسح الالكترونى]

تكبير (أ) ٥٠٠X - (ب) ٢٠٠٠ X] .



(ب)

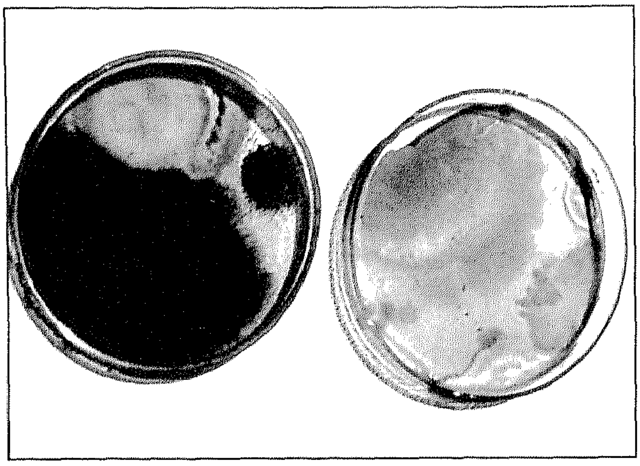


صورة رقم (١٢٠)

مسقط طولى قطرى فى العينة السابقة يوضح صفوف من برانشيمية الخشب ذات النقر البسيطة ، ويظهر واضحا تفكك صفوف الخلايا البرانشيمية نتيجة لاختفاء الصفائح الوسطى بجانب التهتك فى الطبقات الخارجية للجدار السليولوزى .

[صورة بالماسح الالكترونى]

[تكبير ٢٠٠٠ X] .

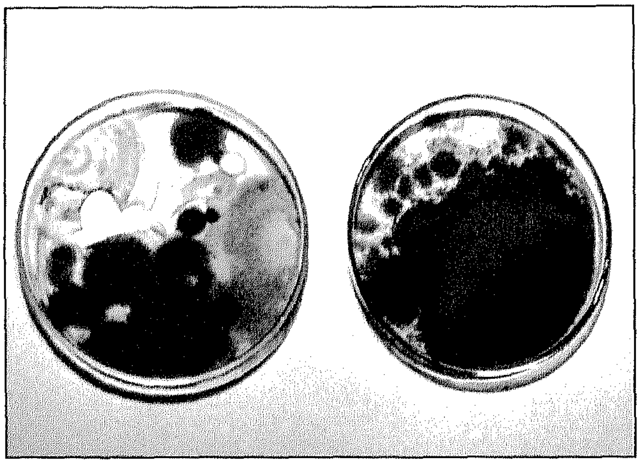


CZ Malt

صورة رقم (١٢١)

توضح نتيجة زراعة العينة رقم (١) بتمثال «كاعبر» وهى للأجزاء فاتحة اللون من الخشب .

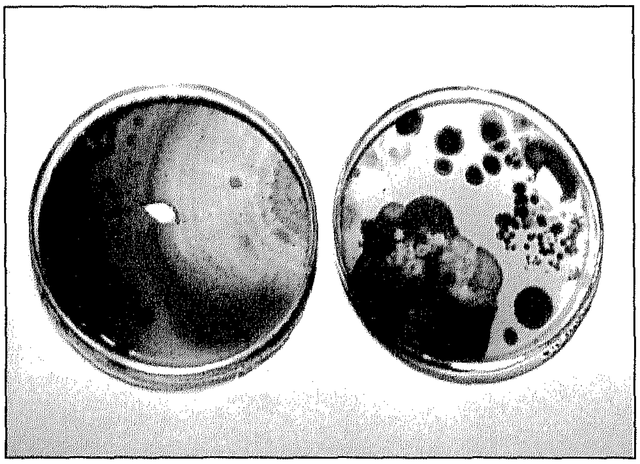
(Asp. niger - Asp. flavus - Asp. sp.)



صورة رقم (١٢٢)

توضح نتيجة زراعة العينة رقم (٢) المأخوذة من أسفل الساق اليسرى لتمثال «كاعبر» .

(Asp. flavus - Asp. sulforous -)
(Asp. sp. - Alternaria)

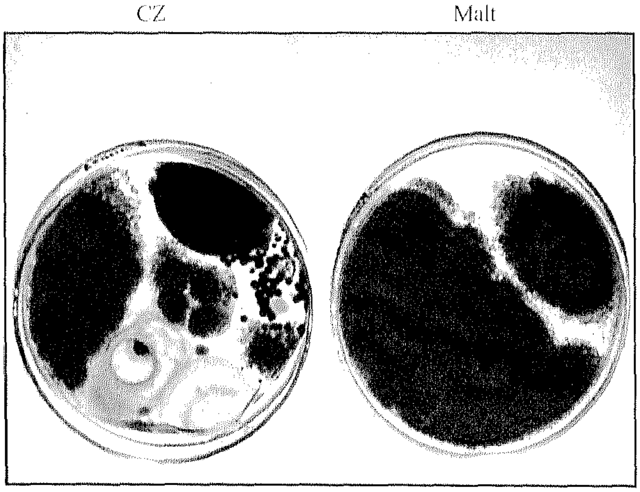


CZ Malt

صورة رقم (١٢٣)

توضح نتيجة زراعة المسحة رقم (٣) المأخوذة بالقرب من موضع العينة الأولى .

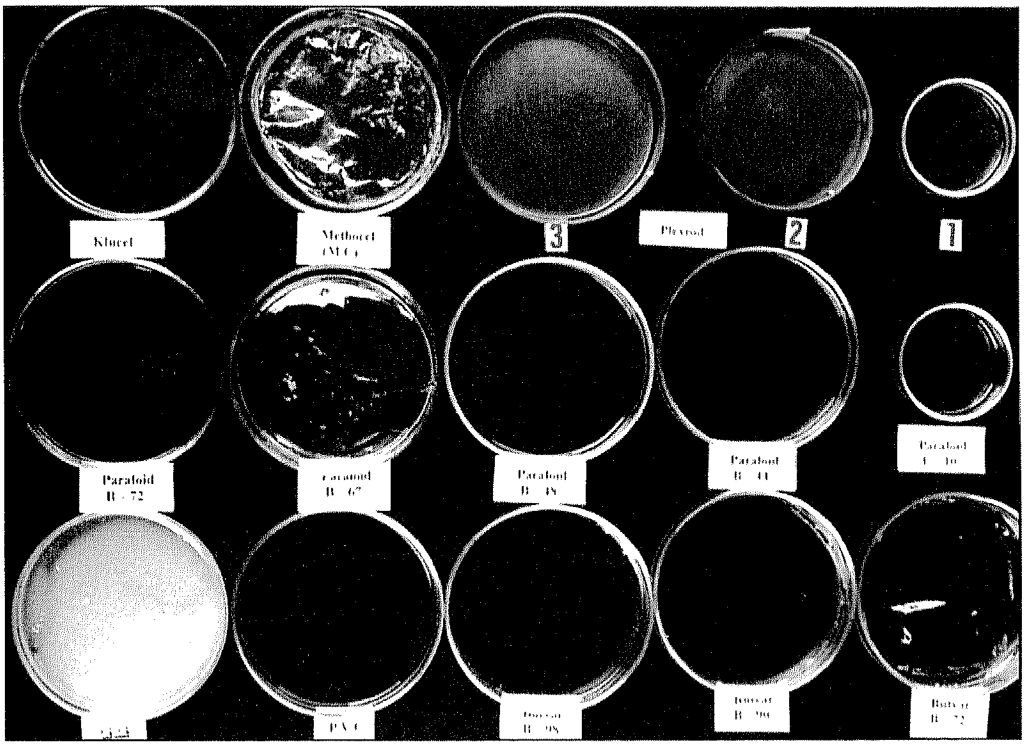
(Asp. sp. - Asp. sulforous)



صورة رقم (١٢٤)

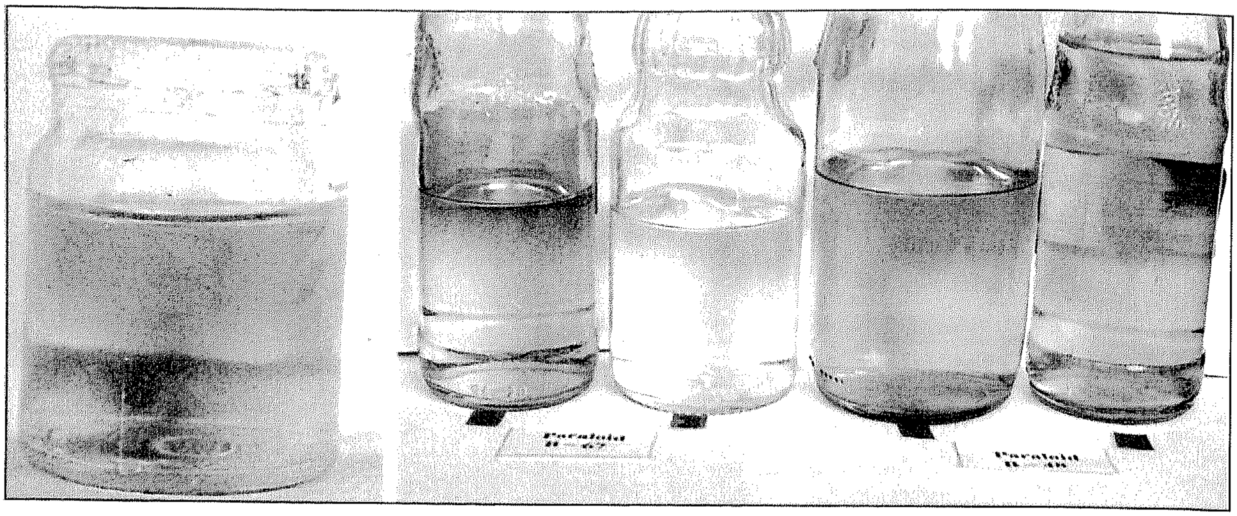
توضح نتيجة زراعة المسحة رقم (٤) المأخوذة من الجانب الأيمن لجسم «كاعبر» .

(Asp. flavus - Asp. sp. - Cladosporium)



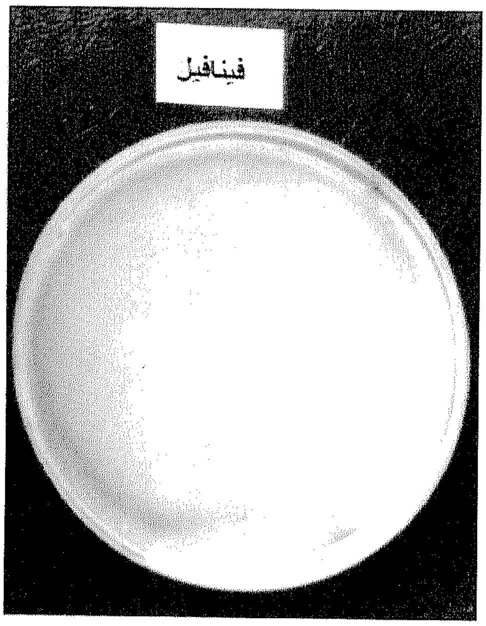
صورة رقم (١٢٥)

مواد التقوية المختارة بعد تعرضها لعمليات التقادم الطبيعي المكثف .



ب

أ



صورة رقم (١٢٦ أ ب ج)

توضح تأثير عمليات التقادم التى أجريت على لون وشفافية بعض مواد التقوية المختارة حيث :

أ - محاليل بارالويد B67 , B48S اللذان تحولا إلى درجات مختلفة من الاصفرار بالمقارنة بمحاليل حديثة التحضير .

ب - محلول بارالويد F10 الذى تحول من الشفافية إلى الاصفرار بعد عمليات التقادم .

ج - فيلم الفينافيل المتقادم وقد تحول إلى اللون الأبيض شبه المعتم .

ج



صورة رقم (١٢٧)

توضح ثلاثة أفلام من مواد التقوية المختبرة بعد عمليات التقادم حيث تعرض فيلم البيوتيفار B72 للانكماش جزئيا بينما تعرض فيلم ميثيل السليولوز للانكماش بصورة كبيرة أما فيلم بارالويد B67 فاصبح قصيمًا .

صورة رقم (١٢٨ أ - ب)

توضح نتيجة اختبار المرونة على أفلام مواد التقوية المتقادمة حيث :

١ - بلكسيسول B597 .

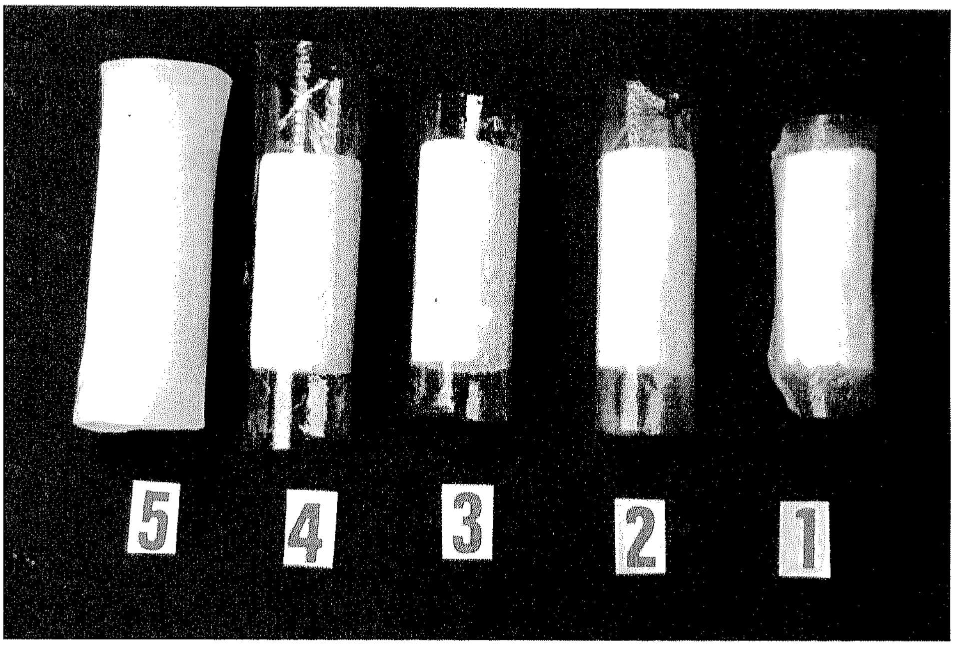
٢ - ميثيل السليولوز .

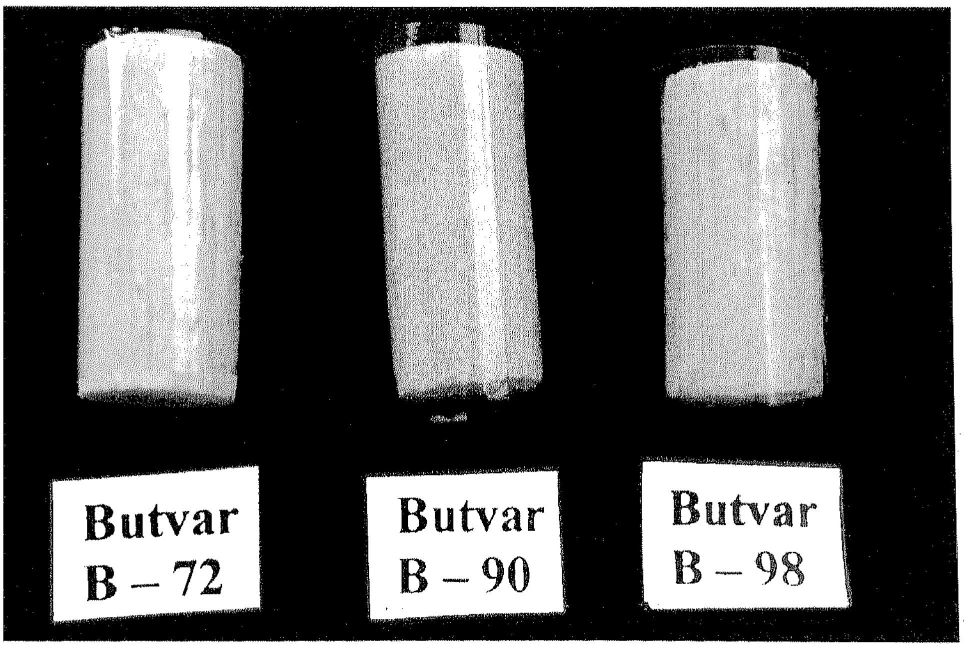
٣ - بارالويد F10 .

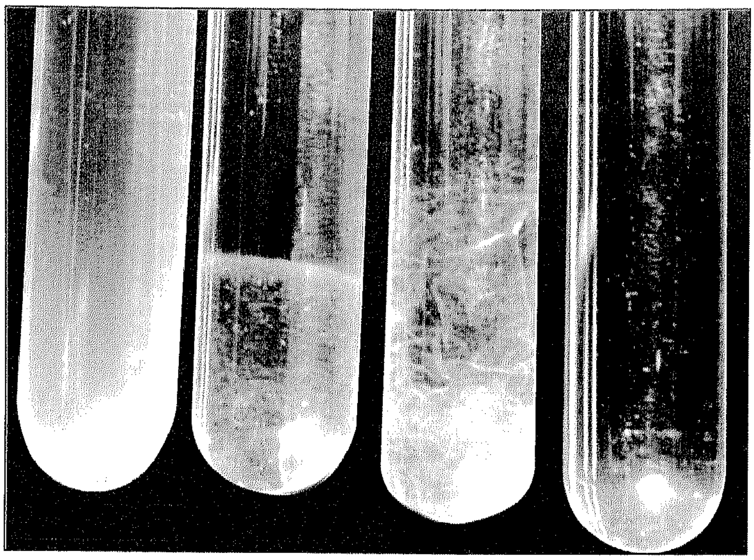
٤ - كلوسيل G .

٥ - النينافيل .

ثم نوعيات مختلفة من أفلام مادة البيوتيفار .





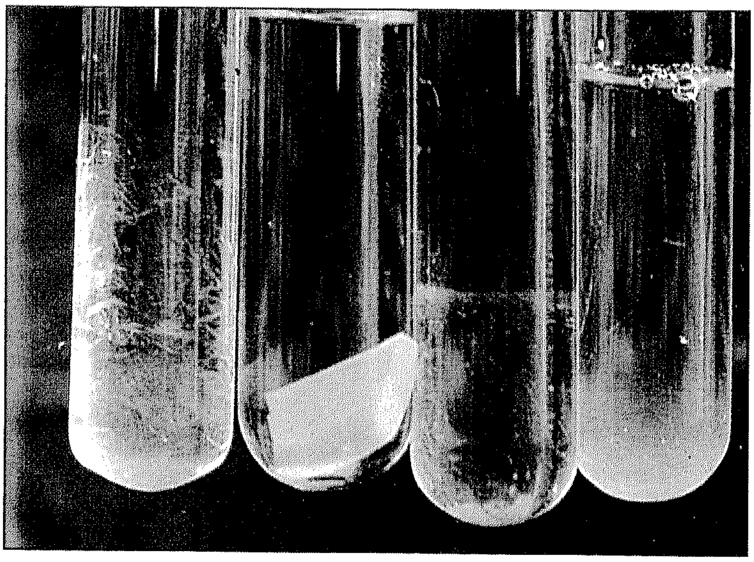


(١) (٢) (٣) (٤)

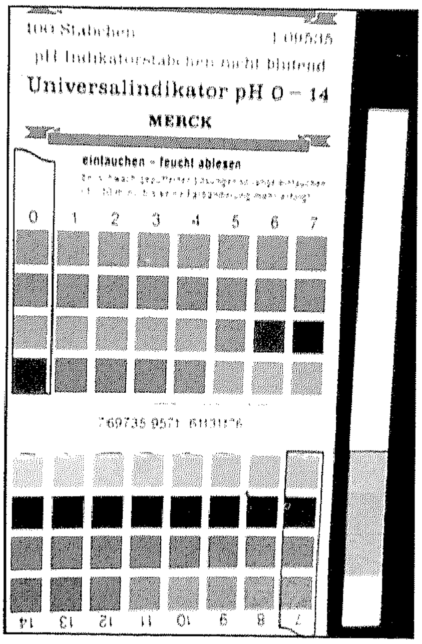
صورة رقم (١٢٩)

توضح سلوك الأفلام المتقادمة لمواد التقوية المختارة أثناء اختبار قابلية الإذابة حيث :

١ - بارالويد B72 فى الأسيتون .
٢ - ميثيل السليولوز فى كحول اثيلى .
٣ - بارالويد B48s فى الزيلين .
٤ - كلوسيل G فى الماء .
٥ - ميثيل السليولوز فى الماء .
٦ - كلوسيل G فى كحول اثيلى .
٧ - الفينافيل فى الماء .
٨ - بيوتيفار B98 فى خلات الأثيل .

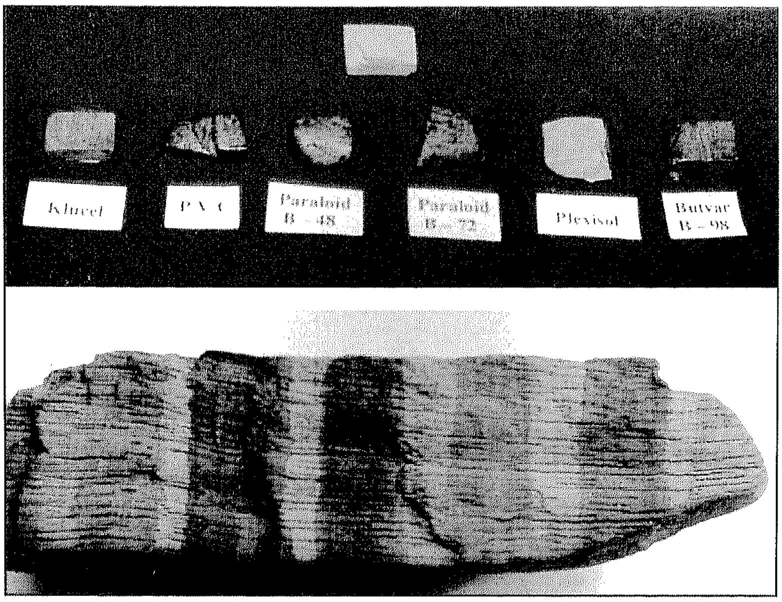


(٥) (٦) (٧) (٨)



صورة رقم (١٣٠)

توضح شرائط ورق قياس تركيز أيون الهيدروجين فى السوائل (PH) تبعا لجدول الألوان المرفق .



(٦) (٥) (٤) (٣) (٢) (١)

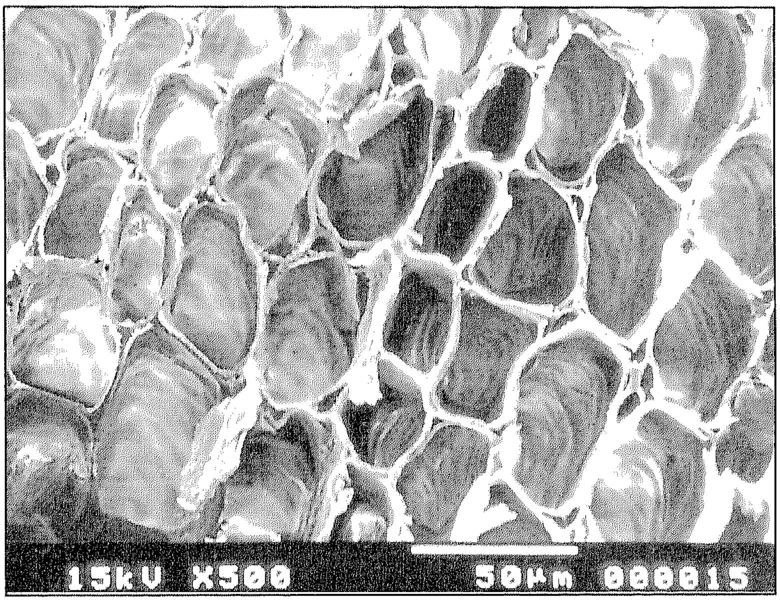
صورة رقم (١٣١ أ ب)

توضح مدى تأثير مواد التقوية المختارة على اللون الطبيعى لعينات من خشب الأرز المتقادم حيث :

أ – العينات المقواة مقارنة بعينة غير مقواة (أعلى) .

ب – قطعة كاملة من خشب الأرز تم تقوية شرائط منها بالمواد التالية من اليمين إلى اليسار :

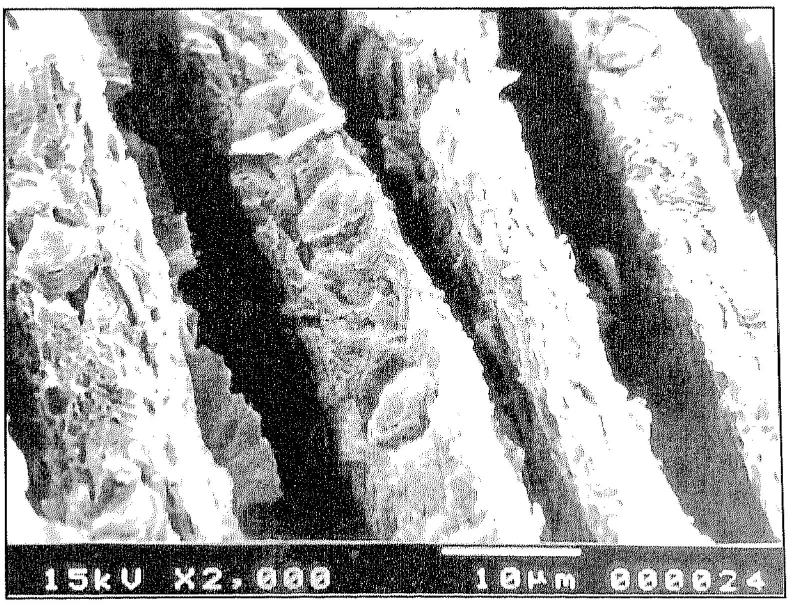
١ – بلكسيسول B597 .
٢ – بارالويد B72 .
٣ – بارالويد F10 .
٤ – بارالويد B48S .
٥ – بيوتيفار B98 .
٦ – كلوسيل G .



صورة رقم (١٣٢)

قطاع عرضى فى عينة من خشب الأرز المتقادم تم تقويتها بإستخدام مادة بيوتيفار B98 ويلاحظ عدم إنتظام إنتشار مادة التقوية حيث تظهر بعض الفراغات الخلوية ممتلئة بمادة التقوية والبعض ترسبت طبقة سميكة على جدرانه الداخلية بينما تظهر بعض الفراغات خالية تمامًا .

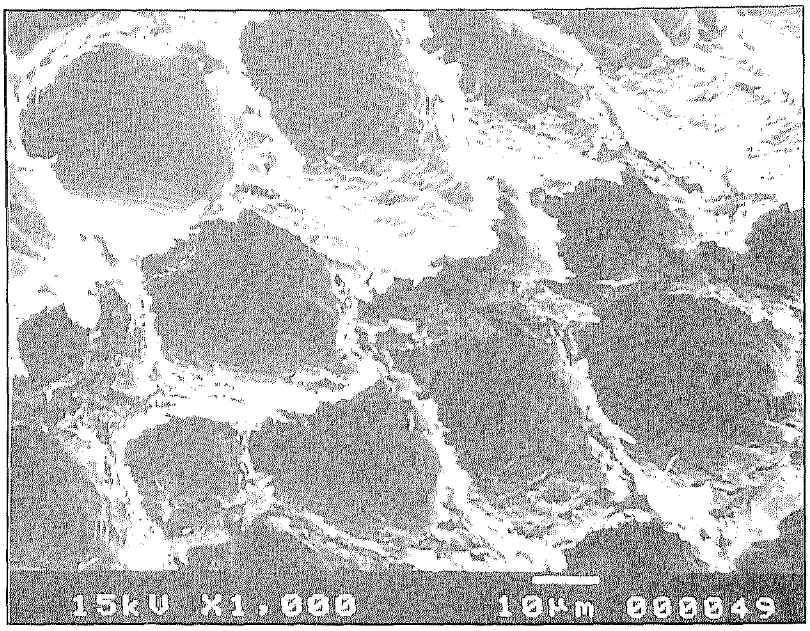
[صورة بالماسح الالكترونى]
[تكبير ٥٠٠ X] .



صورة رقم (١٣٣)

مسقط طولى لقطاع فى العينة السابقة يوضح ترسب مادة التقوية على الجدر الخارجية للقصيبات مما أدى إلى تماسكها بالرغم من ضعف الترابط بينهما .

[صورة بالماسح الالكترونى]
[تكبير ٢٠٠٠ X] .

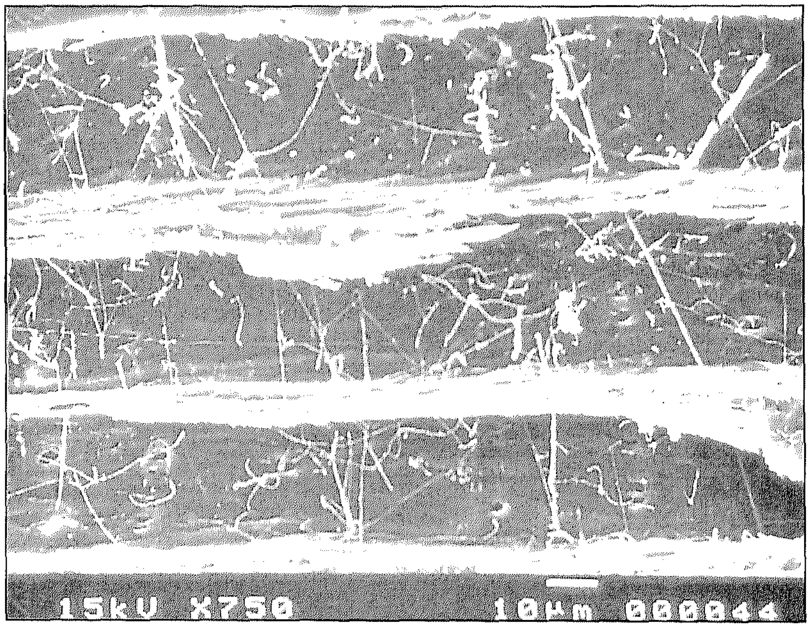


صورة رقم (١٣٤)

قطاع عرضى فى عينة من خشب الأرز المتقادم الذى تم تقويته باستخدام مادة البلكسيسول B597 ويلاحظ ترسب مادة التقوية على الجدر الداخلية للخلايا .

[صورة بالماسح الالكترونى]

[تكبير ١٠٠٠ X] .



صورة رقم (١٣٥)

قطاع طولى فى عينة الخشب السابقة يوضح صفوف من برانشيمية الخشب ذات النقر البسيطة والتى يوجد بفراغها الداخلى مادة التقوية .

[صورة بالماسح الالكترونى]

[تكبير ٧٥٠ X] .

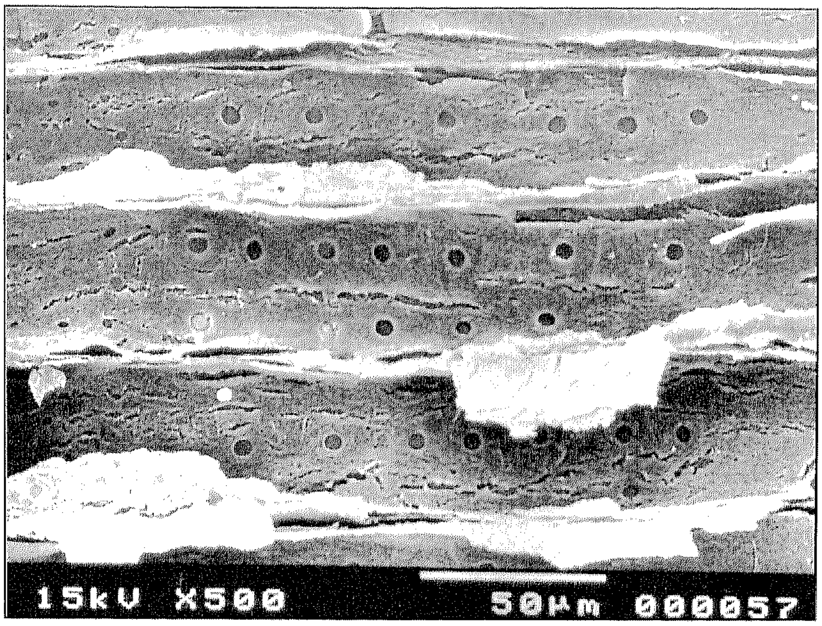


صورة رقم (١٣٦)

لقطة مكبرة من الصورة السابقة توضح مدى ترسب مادة التقوية على الجدر الداخلية لبرانشيمية الخشب .

[صورة بالماسح الالكترونى]

[تكبير ٢٥٠٠ X] .

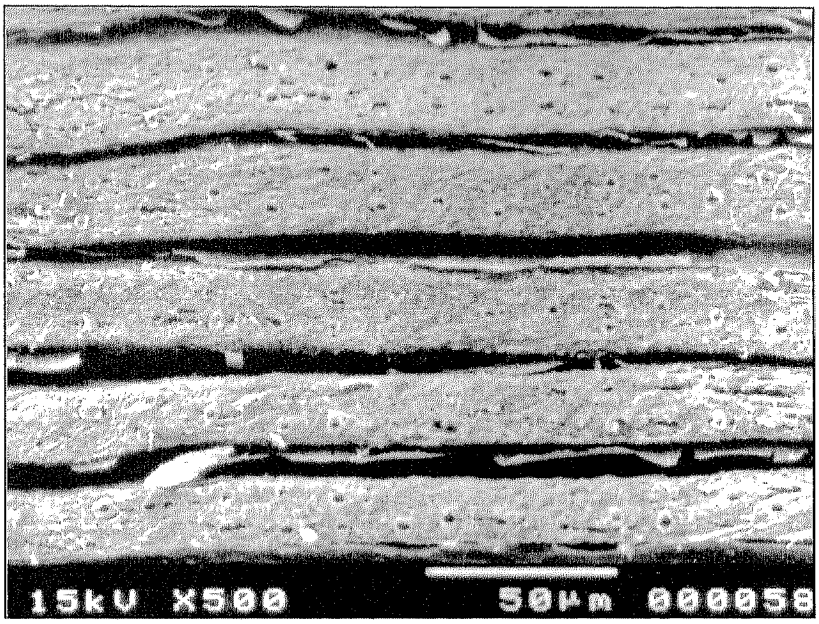


صورة رقم (١٣٧)

قطاع طولى فى عينة من خشب السرو المتقادم يوضح حالة القصيبات التى تعرضت للتمزق أثناء عمليات إعداد القطاعات .

[صورة بالماسح الالكترونى]

[تكبير ٥٠٠ X] .

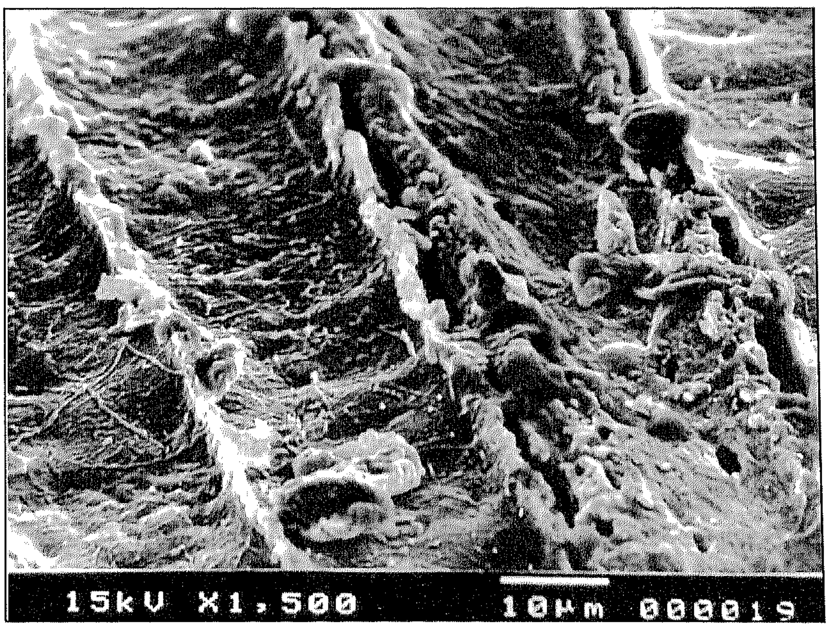


صورة رقم (١٣٨)

قطاع طولى فى العينة السابقة بعد عمليات التقوية باستخدام مادة البارالويد F10 ، ويلاحظ أن القصيبات متماسكة مع ترسب مادة التقوية على السطح .

[صورة بالماسح الالكترونى]

[تكبير ٥٠٠ X] .

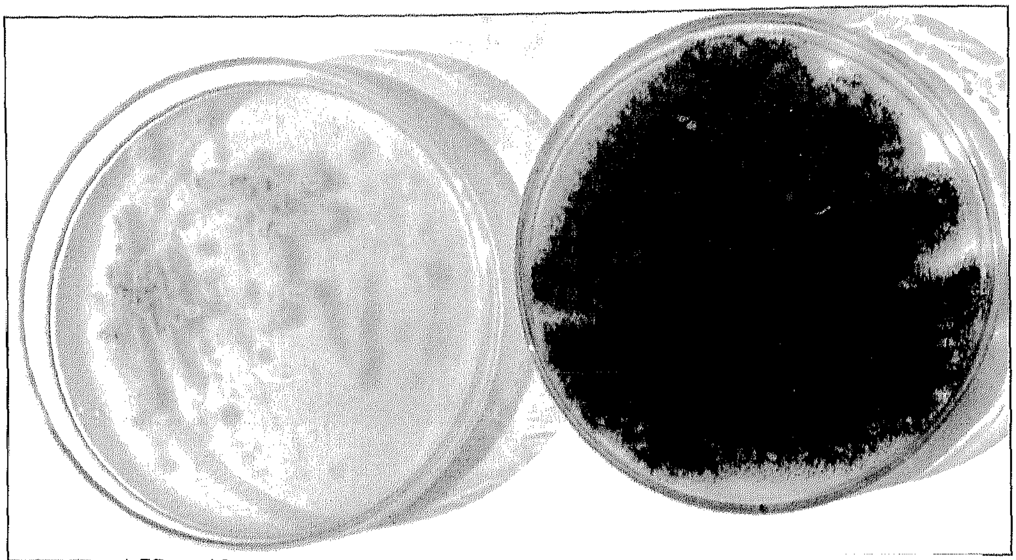


صورة رقم (١٣٩)

توضح السطح الداخلى للقصيبات فى العينة السابقة حيث يلاحظ ترسب مادة التقوية المستخدمة على أسطح الجدر الداخلية للقصيبات .

[صورة بالماسح الالكترونى]

[تكبير ١٥٠٠ X] .



أ - ASP. niger

ب - ASP. sulforous



ج - ASP. flavus

د - Alternaria



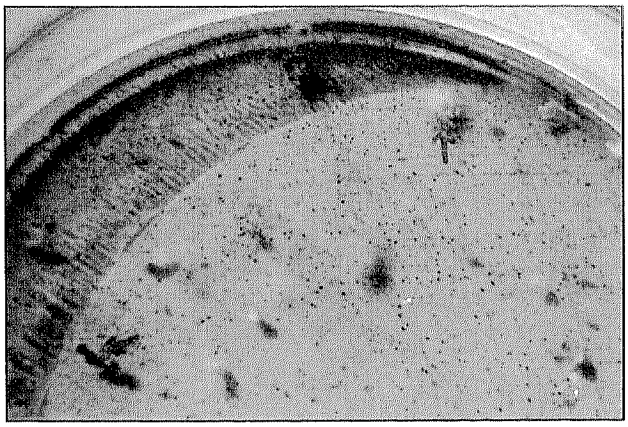
و - Brown rot



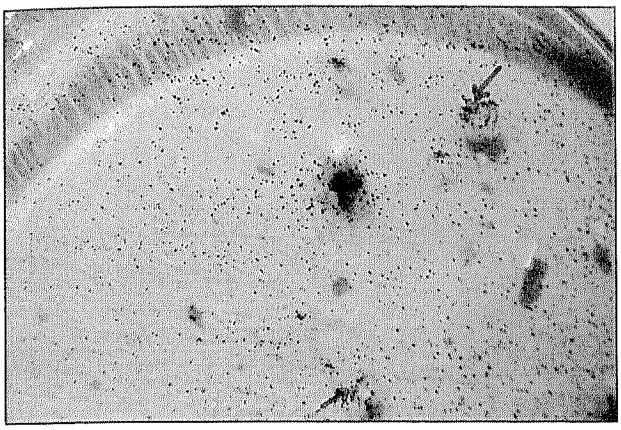
هـ - Cladosporium

صورة رقم (١٤٠ - أ ب ج د هـ و)

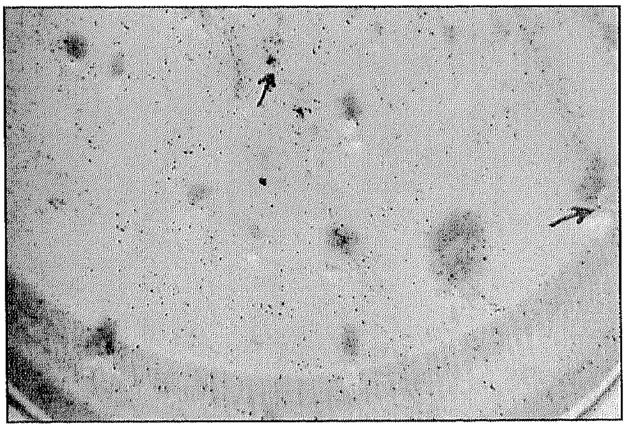
البيئات القياسية لأنواع الفطريات التى اختبر نموها على مواد التقوية المختارة (عمر النمو ١٠ أيام).



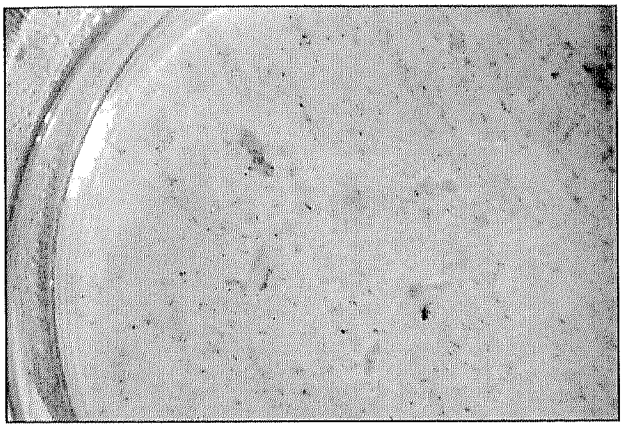
أ - بارالويد B44 .



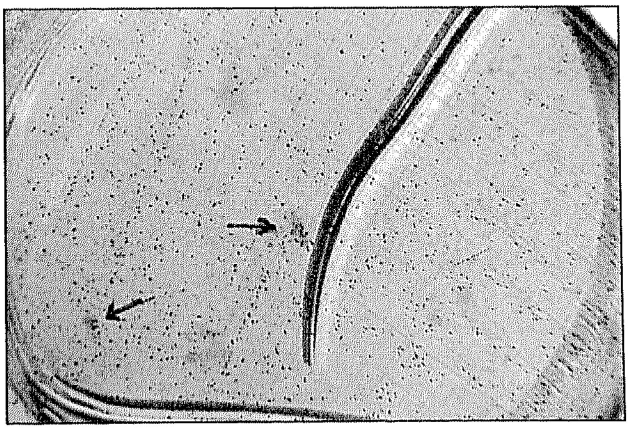
ب - بارالويد B48 .



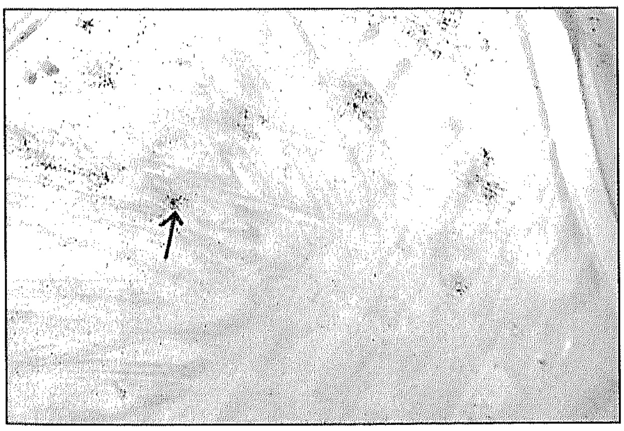
ج - بارالويد B72 .



د - كلوسيل G .



هـ - ميثيل السليولوز .



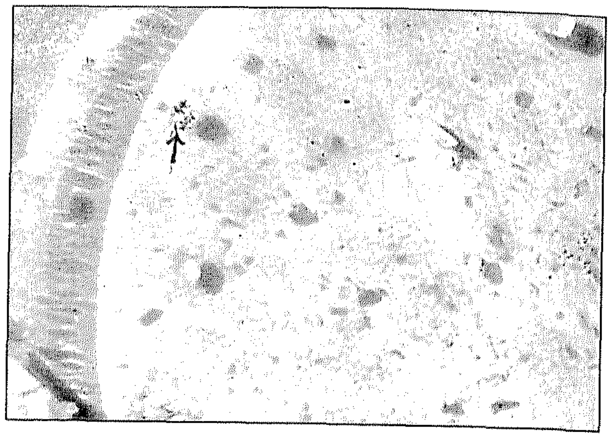
و - فينافيل .

صورة رقم (١٤١ - أ ب ج د هـ و)

توضح نمو فطر ASP. niger على مواد التقوية المختارة .



ب - بارالويد B72 .



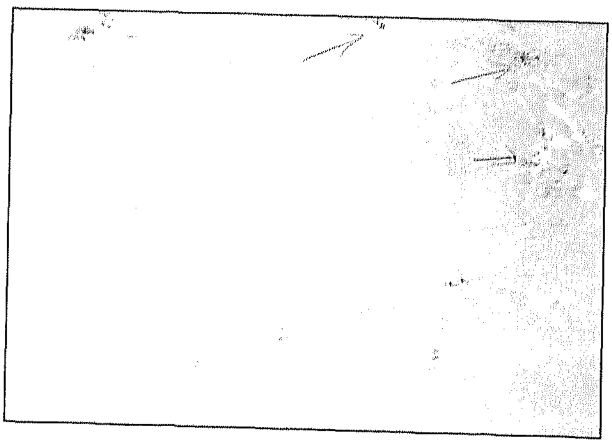
أ - بارالويد B48 .



د - فينافيل .



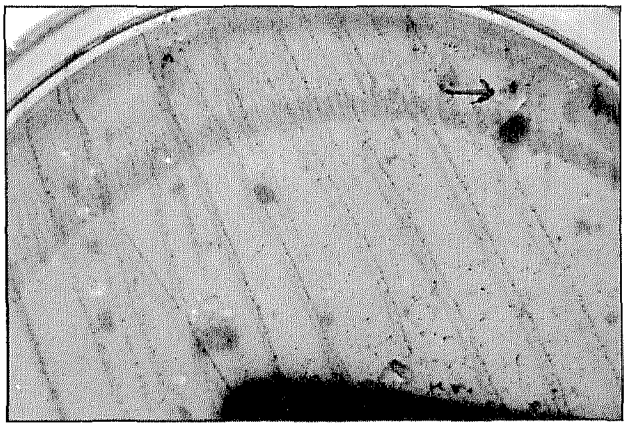
ج - كلوسيل G .



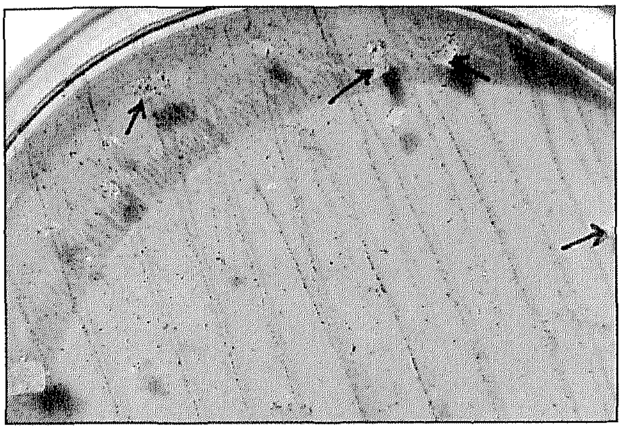
هـ - بلكسيسول B597 .

صورة رقم (١٤٢ - أ ب ج د هـ)

توضح نمو فطر ASP. sulforous على مواد التقوية المختارة .



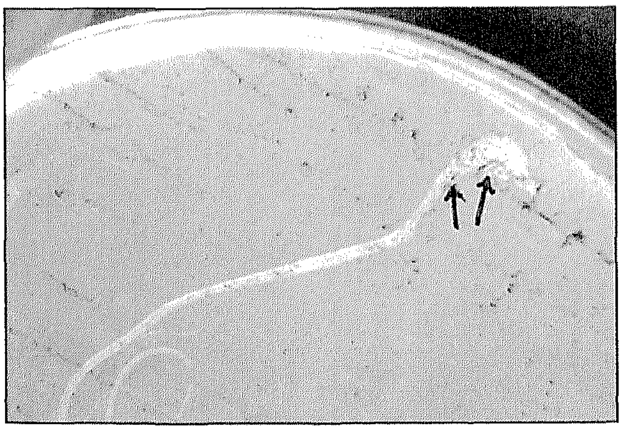
أ - بارالويد B44 .



ب - بارالويد B72 .



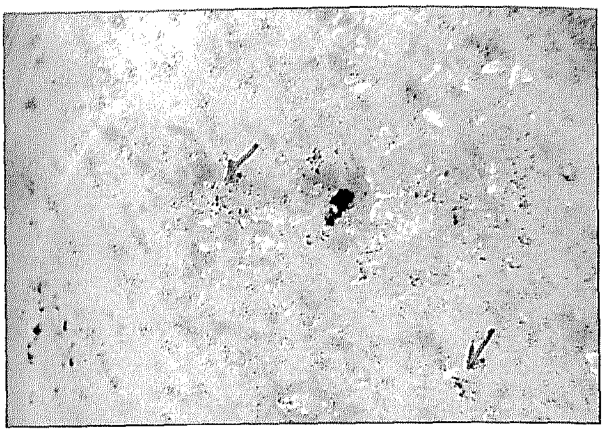
ج - كلوسيل G.



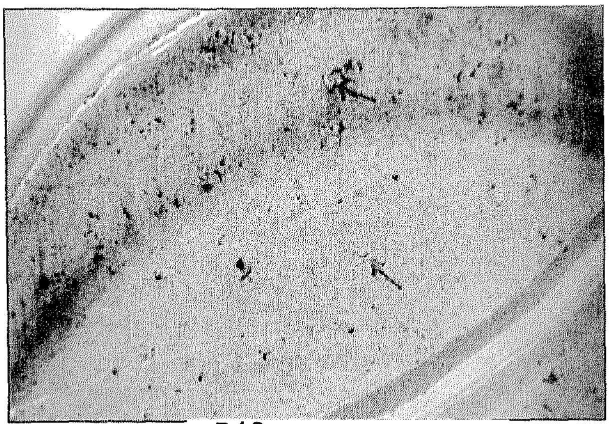
د - بلكسيسول B597 .

صورة رقم (١٤٣ - أ ب ج د)

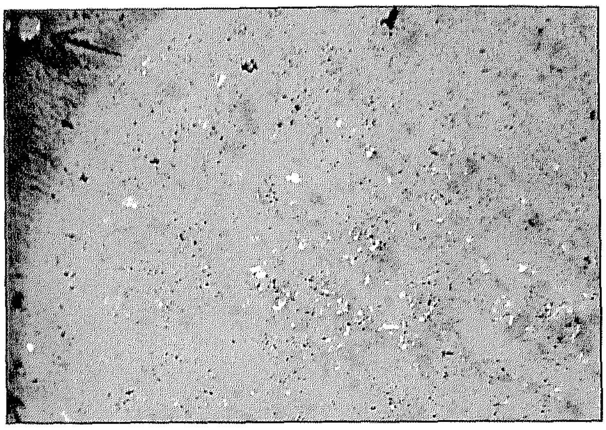
توضح نمو فطر ASP.flavus على مواد التقوية المختارة .



أ - بارالويد B44 .



ب - بارالويد B48 .



ج - بارالويد B67 .



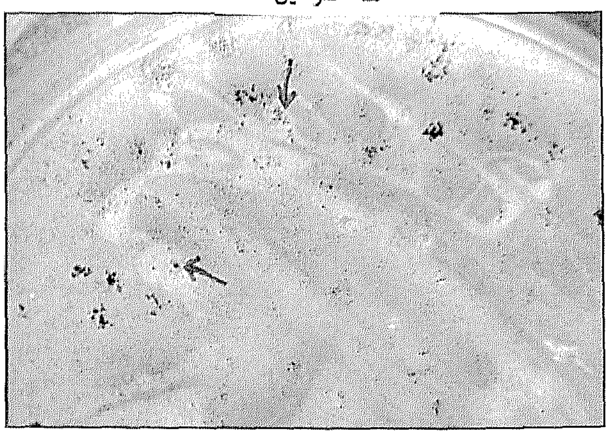
د - بارالويد B72 .



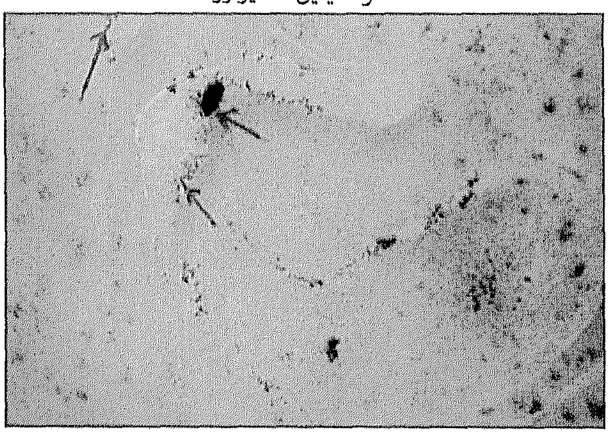
هـ - كلوسيل G .



و- ميثيل السليولوز



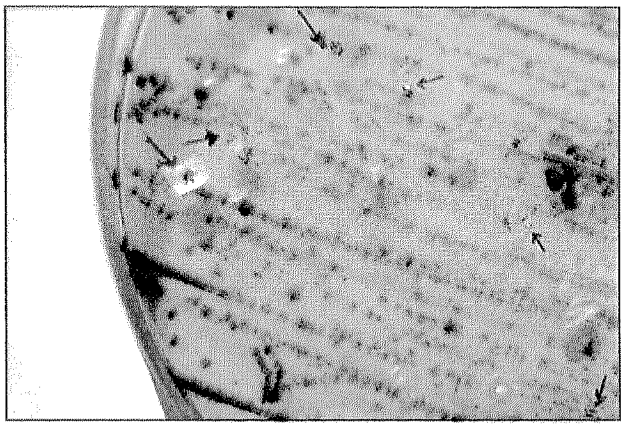
ز- فينافيل



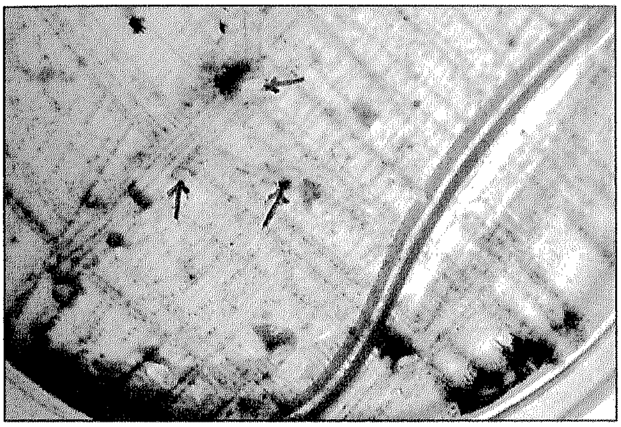
ح- بلكسيسول B597

صور رقم (١٤٤ - أ ب ج د هـ و ز ح)

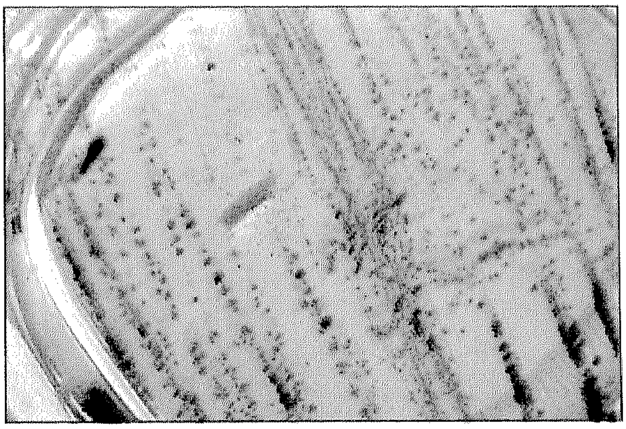
توضح نمو فطريات Alternaria على مواد التقوية المختارة .



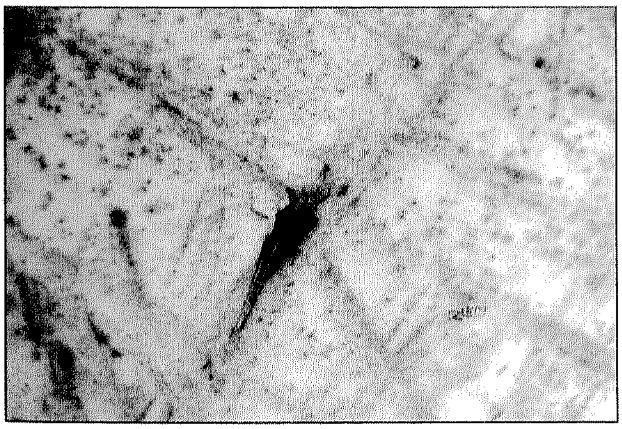
أ - بارالويد B44 .



ب - بارالويد B72 .



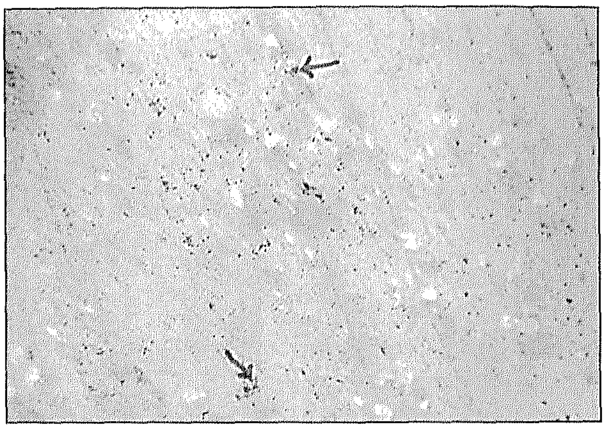
ج - كلوسيل G .



د - فينافيل .

صور رقم (١٤٥ - أ ب ج د)

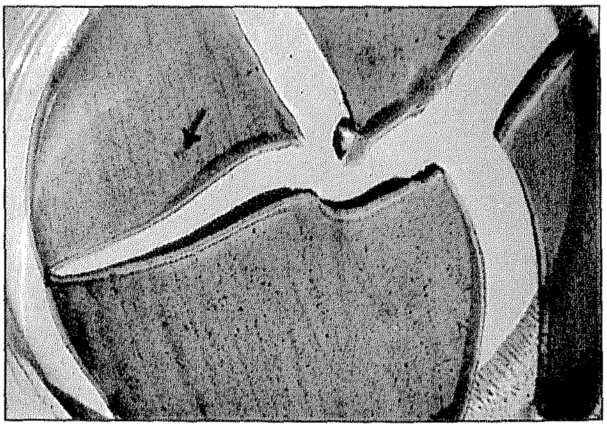
توضح نمو فطريات Cladosporium على مواد التقوية المختارة .



أ - بارالويد B44 .



ب - بارالويد B48 .



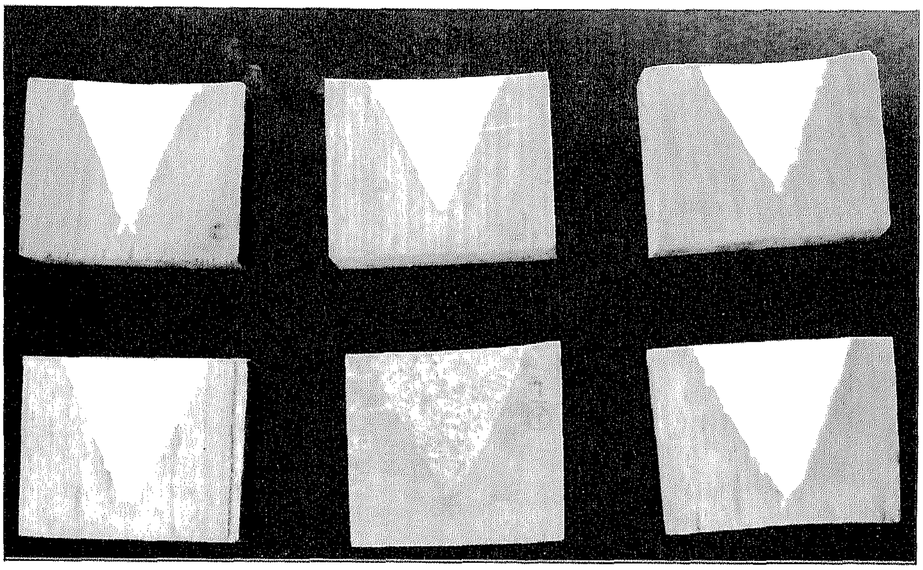
ج - كلوسيل G.



د - بلكسيسول B597.

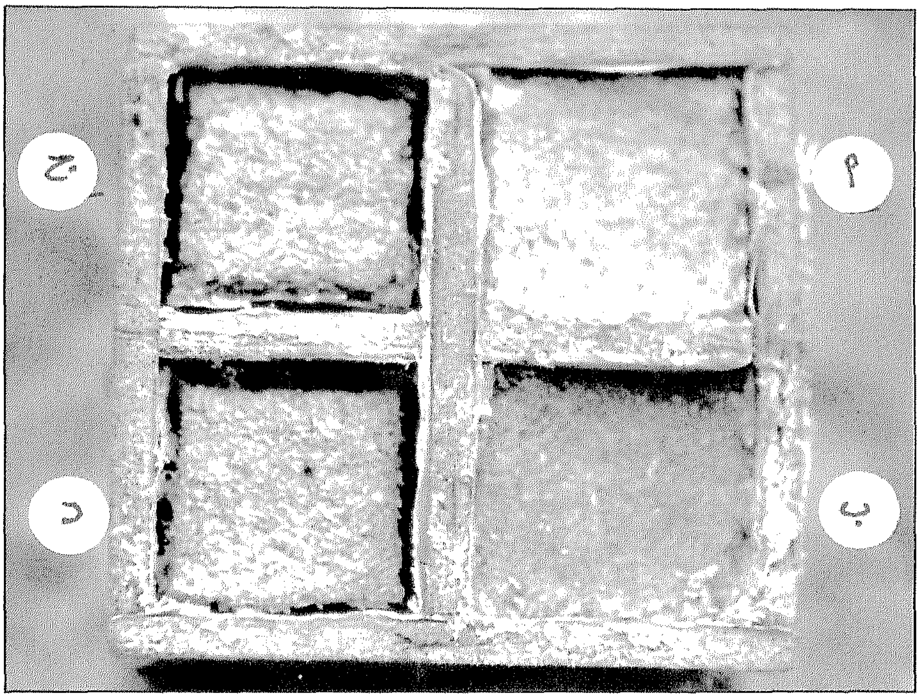
صور رقم (١٤٦ - أ ب ج د)

توضح نمو فطريات العفن البنى (Brown rot) على مواد التقوية المختارة .



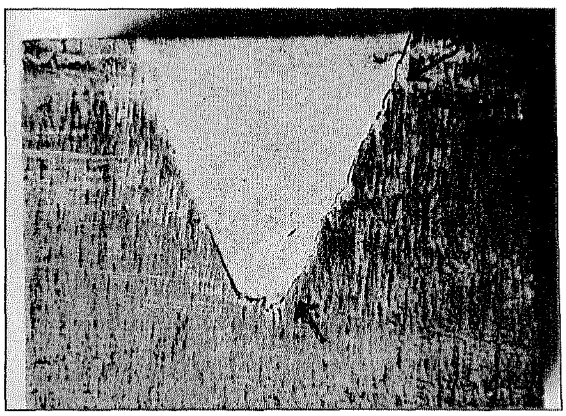
صورة رقم (١٤٧)

المخاليط والمواد المالئة مطبقة داخل فراغات بمربعات من الخشب للتعرف والمفاضلة بين سلوكياتها .

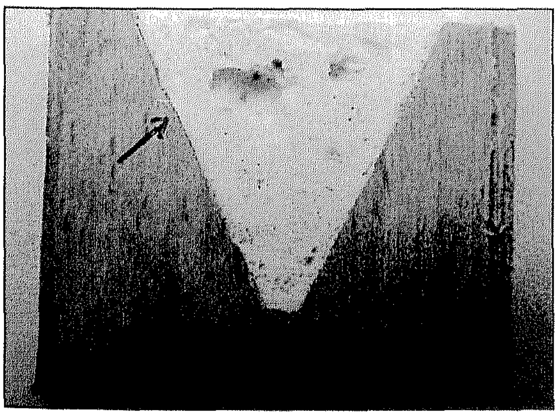


صورة رقم (١٤٨)

توضح الفرق بين مدى انكماش مكعبات بعض عينات المخاليط المالئة بعد الجفاف والتصلب.
حيث :
أ - العينة رقم (٣)
ب - العينة رقم (٦) .
ج - العينة رقم (٨) المستخدم معها غراء الجلود كوسيط لاصق .
د - العينة رقم (٧) المستخدم معها غراء الأرنب كوسيط لاصق .



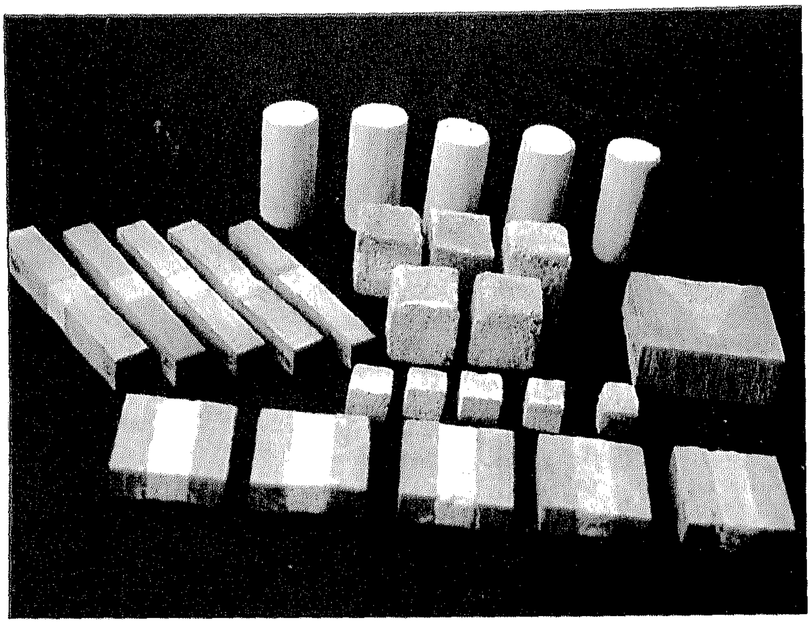
(أ)



(ب)

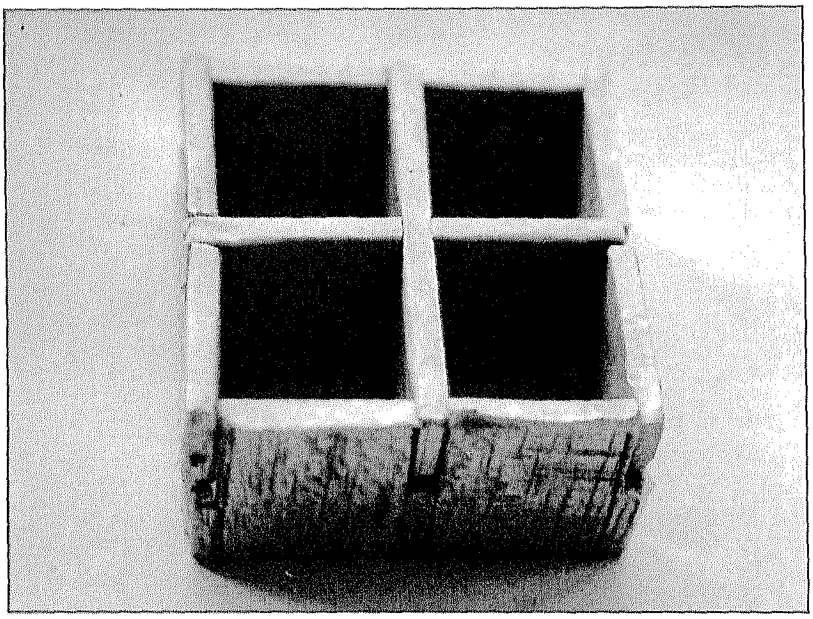
صورة رقم (١٤٩ أ- ب)

أمثلة لبعض العيوب الناتجة عن قصور فى المخاليط المالئة المختبرة ، حيث (أ) توضح ظهور شرخ دقيق بين الخشب والعينة رقم (٩) بسبب انخفاض قوى الالتصاق ، بينما توضح (ب) تواجد فقاعات هواء أسفل طبقة السطح فى العينة (٢) بسبب اللزوجة العالية .



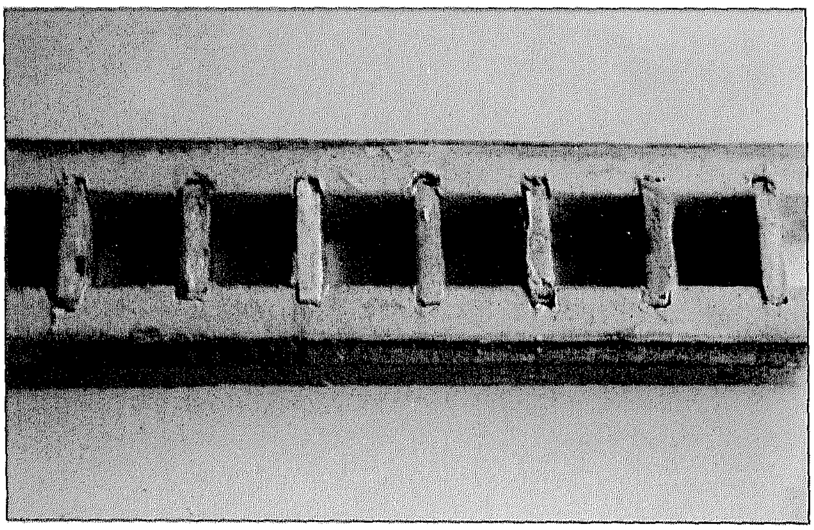
صورة رقم (١٥٠)

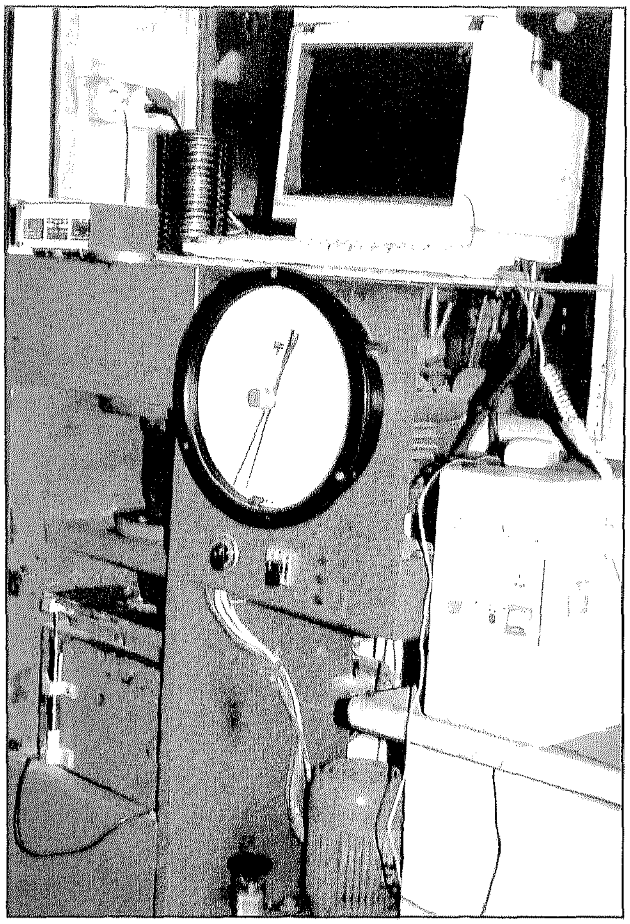
توضح مجموعة الأشكال المختلفة التى تم إعدادها لكل من عينات المخاليط المالئة المختارة لاستخدامها فى أختبارات تحديد الخواص الميكانيكية .



صورة رقم (١٥١)

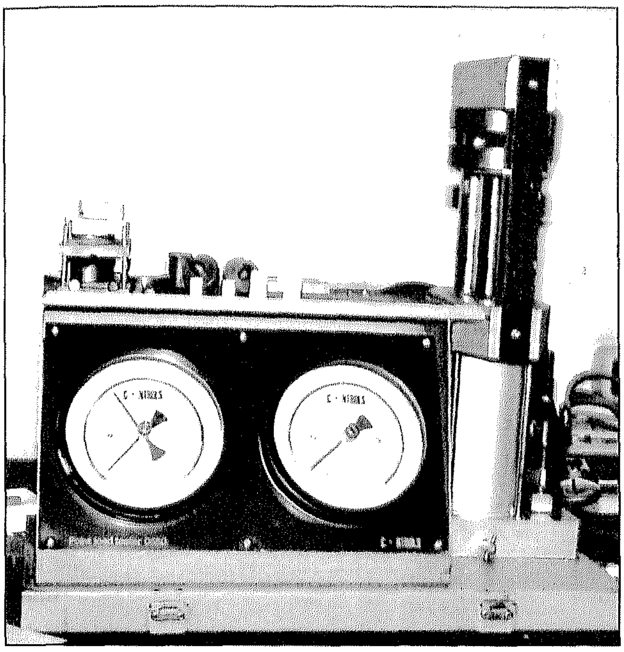
القوالب الخاصة بصب وحدات معاجين المواد المالئة المختارة لإجراء اختبارات قياس قوى الضغط وهى مصممة بحيث يمكن تركيبها وفصلها بسهولة .

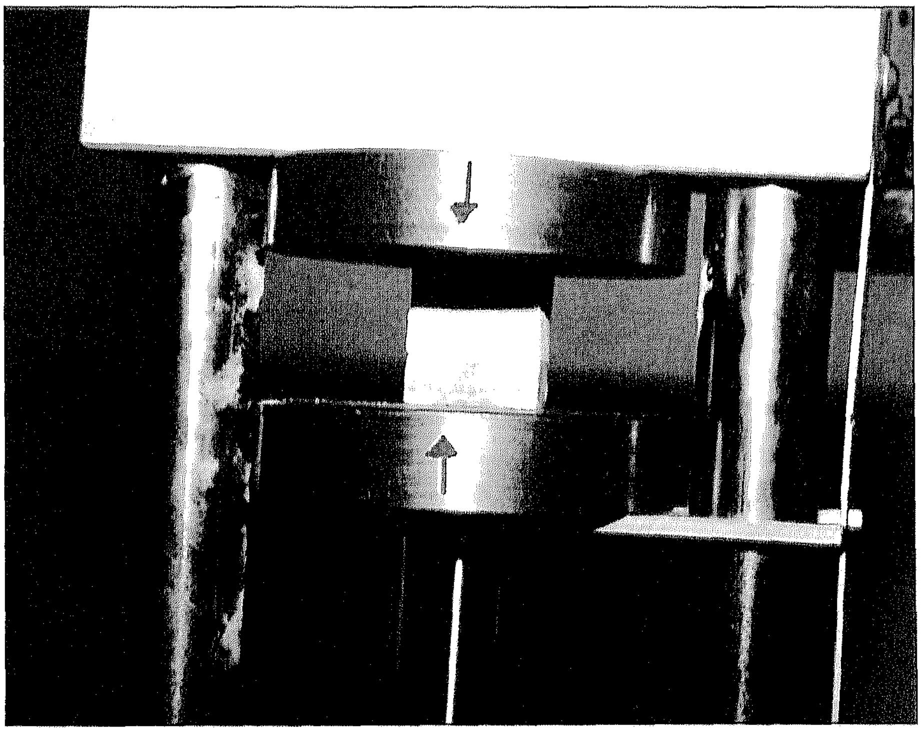




صورة رقم (١٥٢)

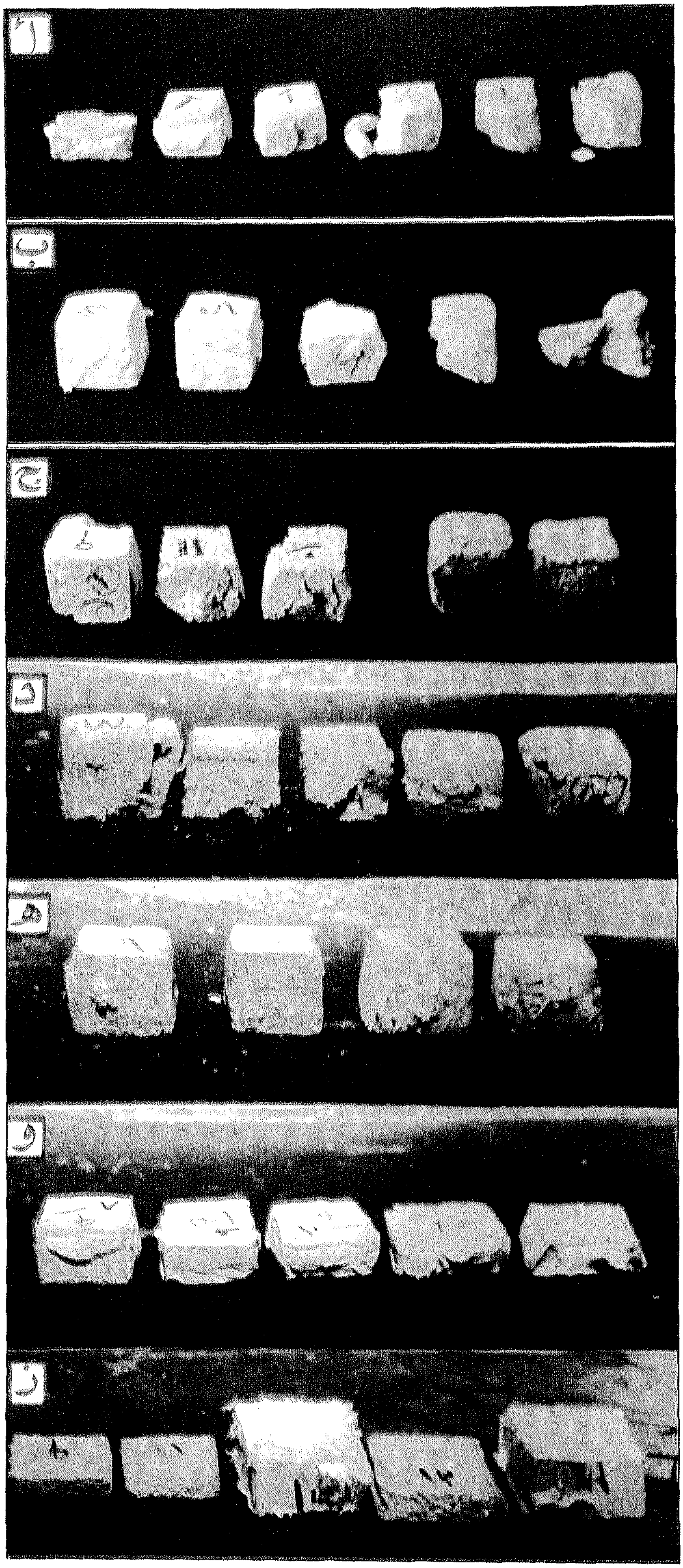
توضح الأجهزة التى استخدمت لقياس الخواص الميكانيكية لعينات المخاليط المالئة المختارة حيث (أ) جهاز هيدروليكى يعمل يدويا ، بينما (ب) جهاز يعمل أتوماتيكيا ومتصل بوحدة كمبيوتر .





صورة رقم (١٥٣)

توضح أحد عينات المخاليط المالئة المثبتة داخل ساقين من الخشب بين أقراص الضغط فى الجهاز السابق (أ) خلال اختبار قياس قدرة تحمل الضغط فى حالة تواجد العينة داخل الخشب .



صور رقم (١٥٤ أ ب ج د هـ و ز)

مكعبات المخاليط المالئة بعد اختبار قياس قوى الضغط الواقعة عليها حيث :

أ - العينة رقم (١) .

ب - العينة رقم (٢) .

ج - العينة رقم (٣) .

د - العينة رقم (٤) .

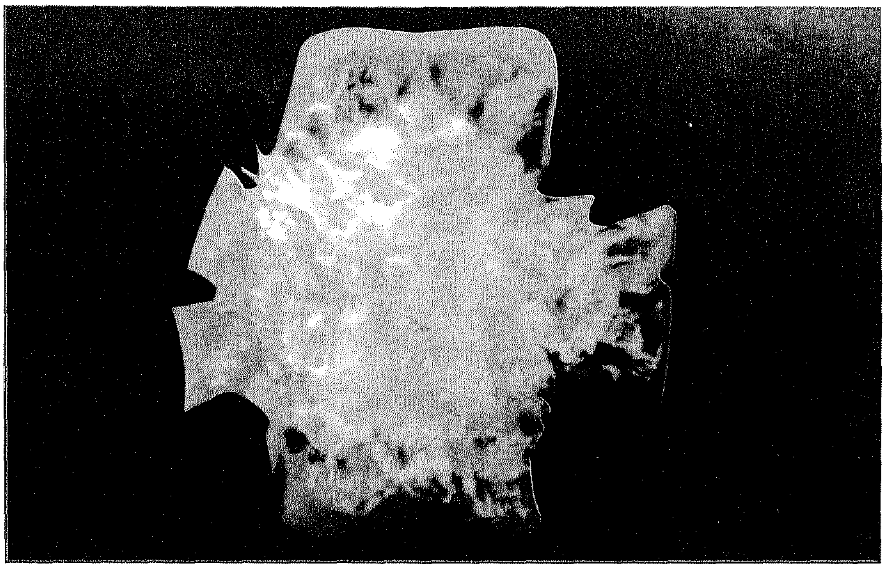
هـ - العينة رقم (٦) .

و - العينة رقم (٩) .

ز - العينة رقم (١١) .

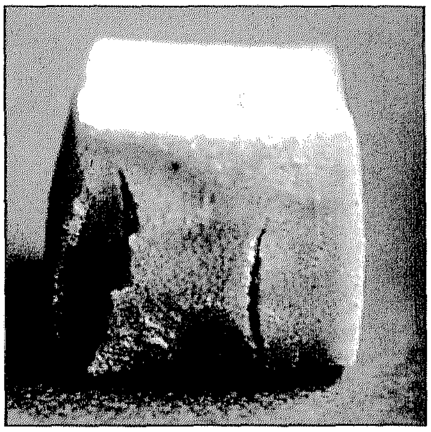
ويلاحظ اختلاف ميكانيكية الأنهيار للعينات ومقدار الأختلاف فى النقص فى الإرتفاع والذى يرجع إلى اختلاف قابليتهم للانضغاط .

صورة رقم (١٥٥ أ ب ج د)
توضح مظهر و سلوك عينات الأرالديت بعد أنتهاء أختبار الضغط مباشرة و بعد ٢٤ ساعة من الأختبار حيث يلاحظ التالى:

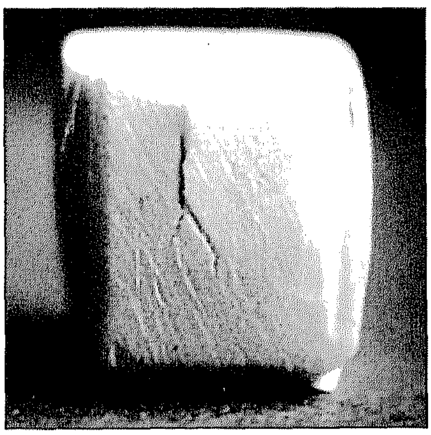


أ. العينة (١٦)
تهشم الجزء الداخلى تماما مع تماسك الأسطح الخارجية و ذلك فى حالة تعرضها إلى أقصى ضغط
(١٢٧٠ كجم/سم٢)

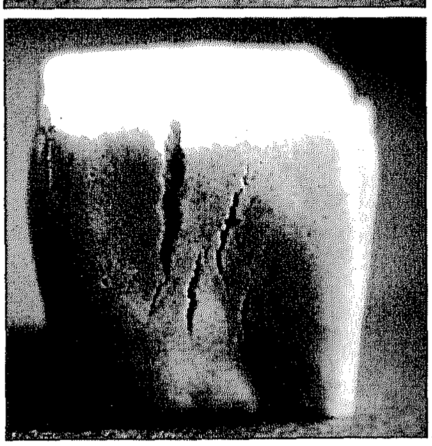
بعد رفع الضغط مباشرة | بعد ٢٤ ساعة من رفع الضغط

ب. العينة (١٧)
انضغاط مع انبعاج و شروخ ثم البدأ فى الأرتداد بصورة بطيئة بعد رفع الضغط عن العينة .
(٥٩٠كجم/سم٢)

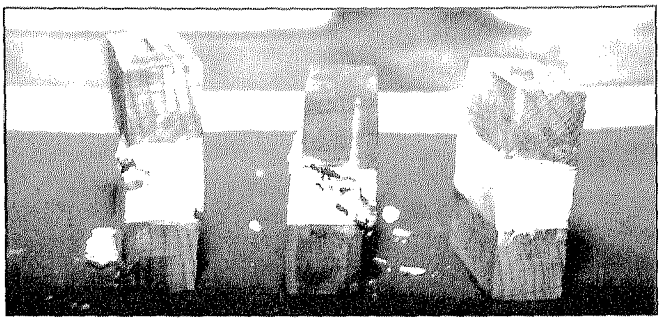
ج. العينة (١٨)
بعد رفع الضغط حيث بدأت فى الزيادة بصورة سريعة ثم بعد ٢٤ ساعة من الأختبار .
(١٠٧٦كجم /سم٢)

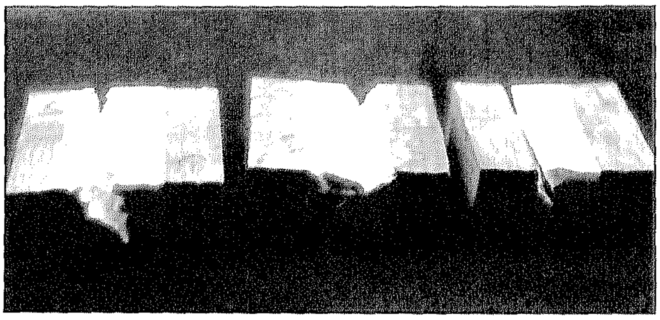
د. العينة (١٩)
بعد رفع الضغط مباشرة و يظهر مدى انضغاطها و ذلك قبل البدأ فى الارتداد ثم بعد ٢٤ ساعة من رفع الضغط .
(٨٣٣ كجم/سم٢)

صورة رقم (١٥٦ـ أ ب ج د هـ و)

توضح مدى الاختلاف فى ميكانيكية انهيار عينات المعاجين المالئة المختارة المثبتة بين ساقين من خشب صلب أثناء أختبار قياس قوى الضغط حيث:



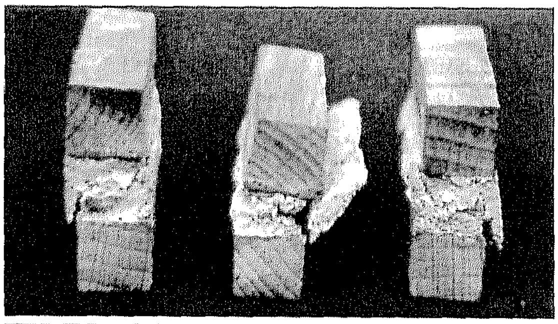
أ ـ العينة رقم (١) .



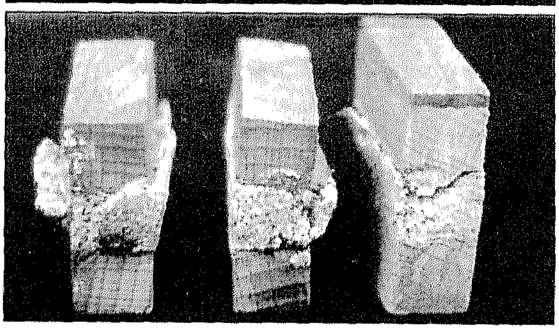
ب ـ العينة رقم (٢) .



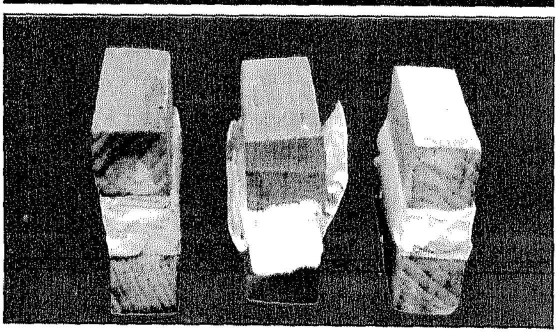
ج ـ العينة رقم (٣)ـ



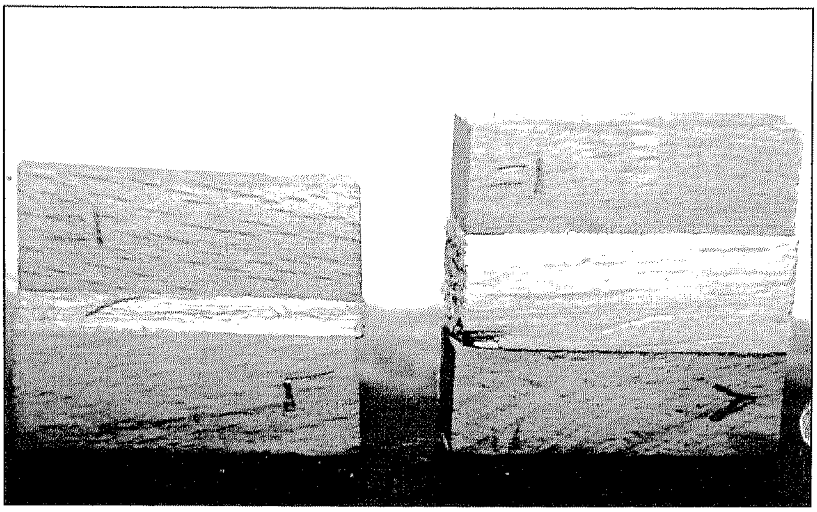
د ـ العينة رقم (٤) .



هـ ـ العينة رقم (٦) .

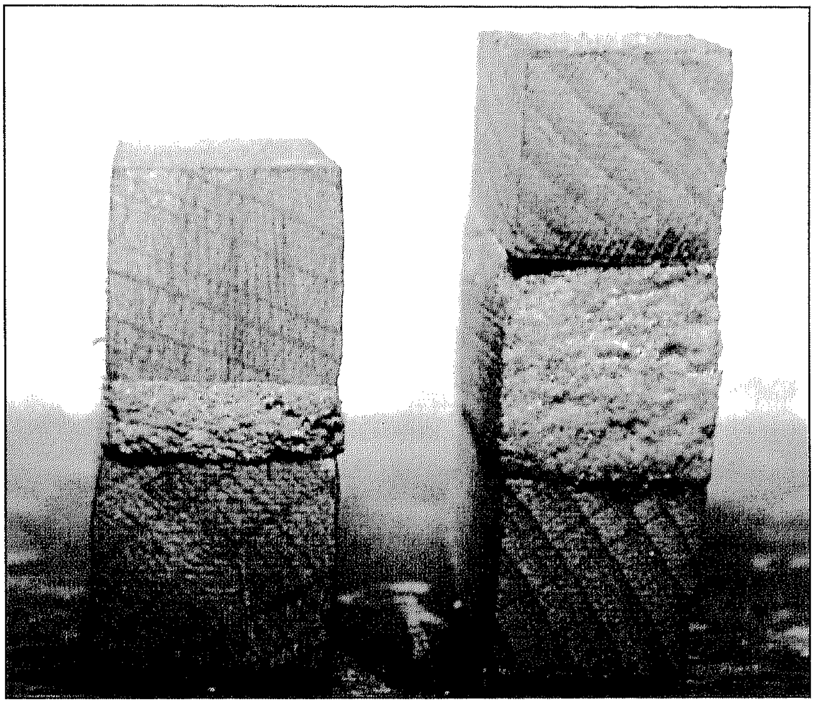


و ـ العينة رقم (٩) .



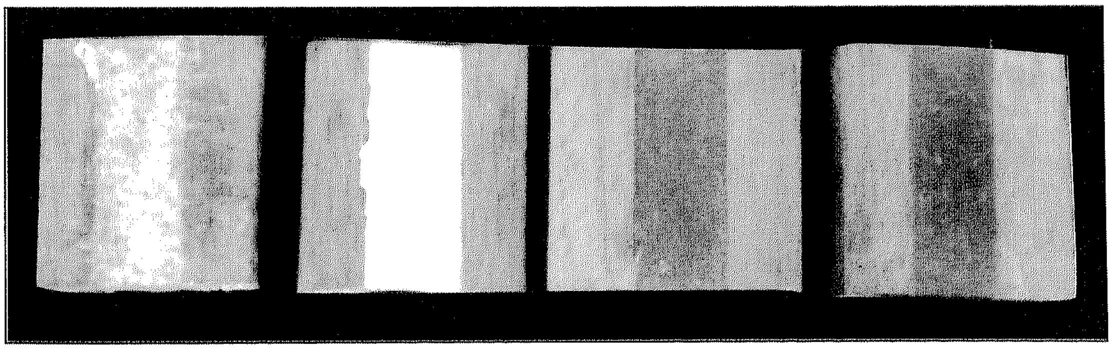
صورة رقم (١٥٧ أ - ب)

توضح نتيجة أختبار قياس قوى الضغط على العينة رقم (١١) و يلاحظ مدى قابلية العينة للأنضغاط و التى وصلت إلى ٩٠٪ من الارتفاع الأصلى و ذلك عند وقوع الضغط عموديا على اتجاة الألياف .



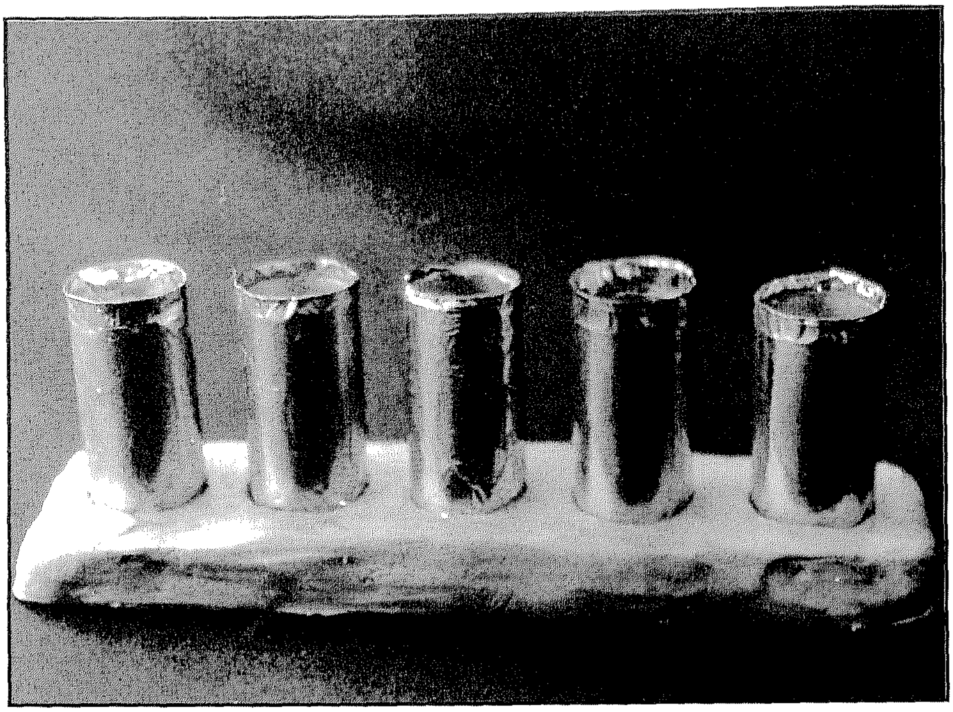
قبل الأختبار

بعد الأختبار



صورة رقم (١٥٨)

عينات مخاليط الأرالديت بعد اختبار قياس قدرة تحمل الضغط ، حيث يلاحظ أن الخشب تعرض للإنضغاط بينما العينات لم تتأثر و يرجع ذلك إلى معامل إنضغاطها العالى .



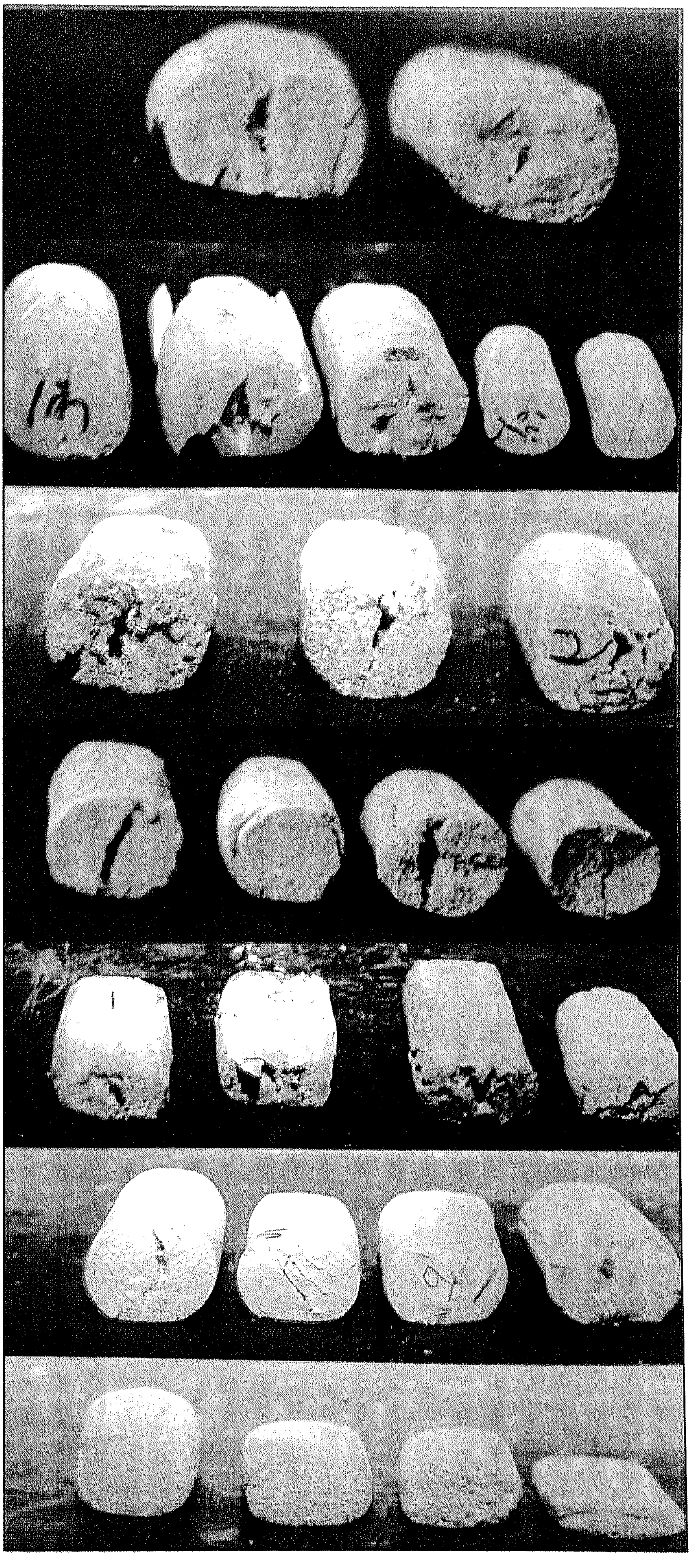
صورة رقم (١٥٩)

وحدات صب العينات الأسطوانية للمخاليط المائلة الخاصة باختبارات قياس قوى الشد غير المباشر .



صورة رقم (١٦٠)

توضح أحد العينات الأسطوانية بين قرصى جهاز الضغط الهيدروليكى أثناء اختبار قياس قوى الشد غير المباشر .



صورة (١٦١ أ ب ج د هـ و ز)

توضح نتيجة أختبار الشد غير المباشر على العينات الأسطوانية للمواد و المخاليط المالئة حيث:

أ - العينة رقم (١) .

ب - العينة رقم (٢) .

ج - العينة رقم (٣) .

د - العينة رقم (٤) .

هـ - العينة رقم (٦) .

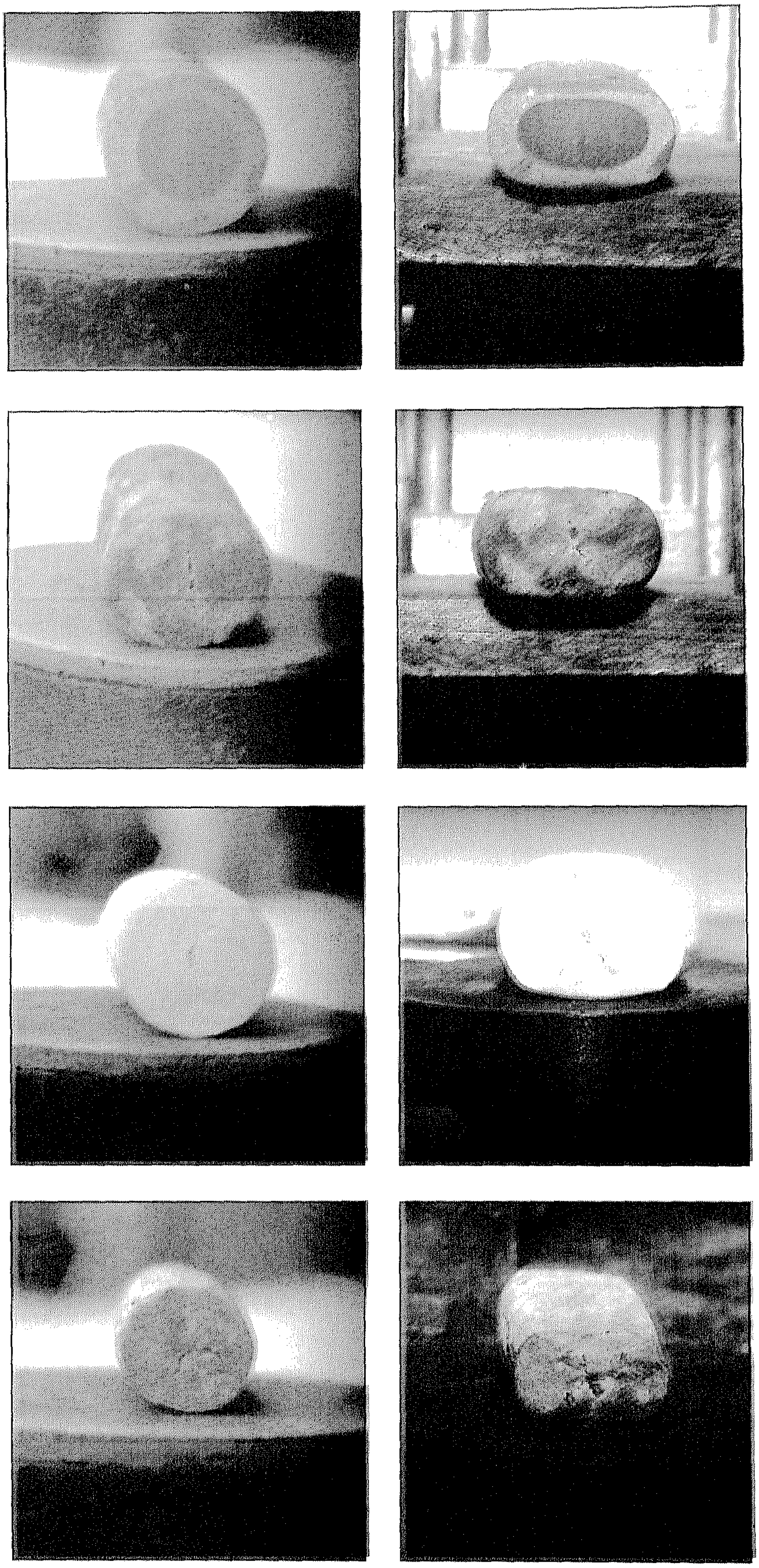
و - العينة رقم (٩) .

ز - العينة رقم (١١) .

و يلاحظ المظاهر المختلفة لميكانيكية التدهور من أنضغاط العينات وتحولها للشكل شبه البيضاوى مع ظهور شروخ مائلة أو مستقيمة فى الأجزاء الوسطى من العينات فيما عدا العينة رقم (١١) ، كما يلاحظ اختلاف معدل الانضغاط بين العينات و فى العينة الواحدة .

صورة رقم (١٦٢ . أ ب ج د)

العينات الأسطوانية لمخاليط الأرالديت بعد إجراء اختبار قياس تحمل قوى الشد غير المباشرة مباشرة و بعد ٢٤ ساعة .



ا . العينة رقم (١٦) .

ب . العينة رقم (١٧) .

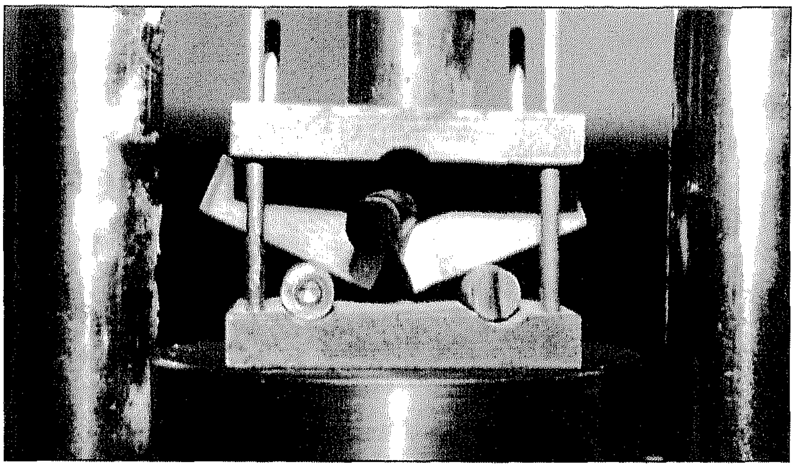
ج . العينة رقم (١٨) .

د . العينة رقم (١٩) .

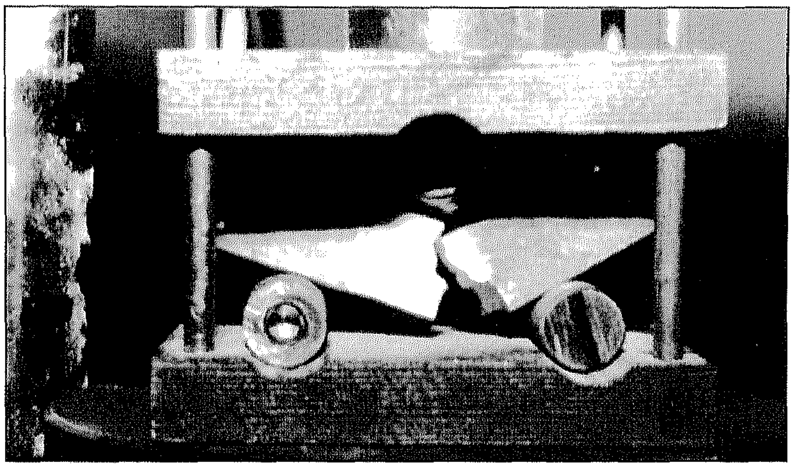
بعد الاختبار مباشرة .

بعد ٢٤ ساعة من انتهاء الاختبار .

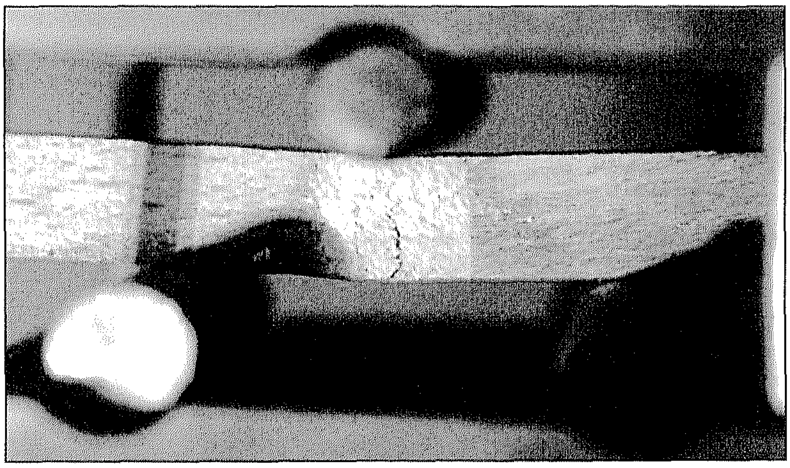
(أ)

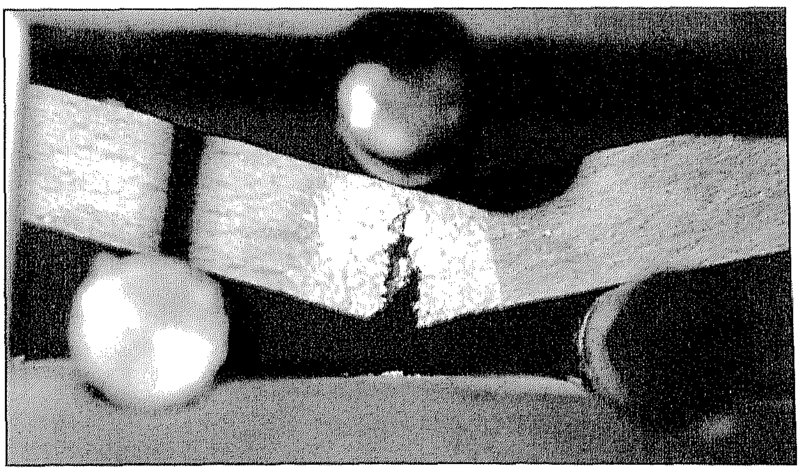


(ب)



(ج)





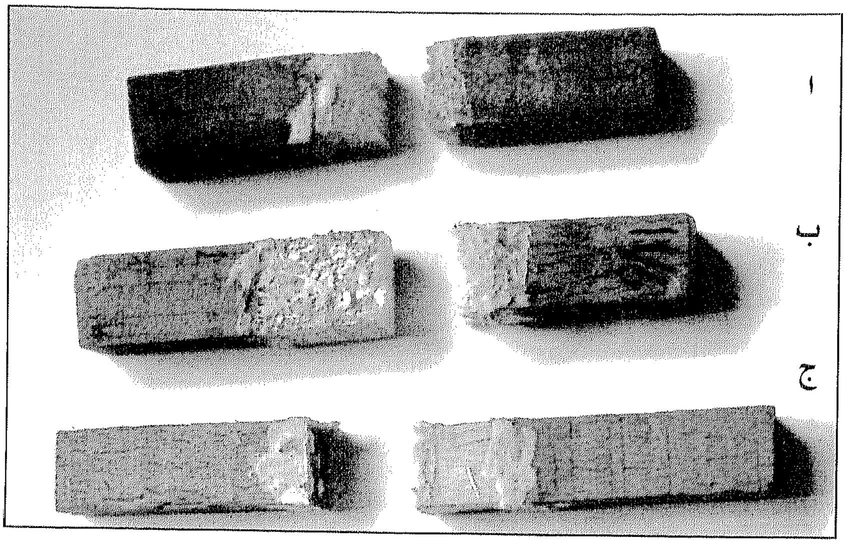
صورة رقم (١٦٣ أ ب ج)

توضح الأسلوب الذى أتبع فى تثبيت عينات المواد و المخاليط المالئة بين قرصى جهاز الضغط ، و سلوك العينات أثناء اختبار قياس أجهاد الانحناء حيث :

أ - العينة رقم (١) .

ب - العينة رقم (٢) .

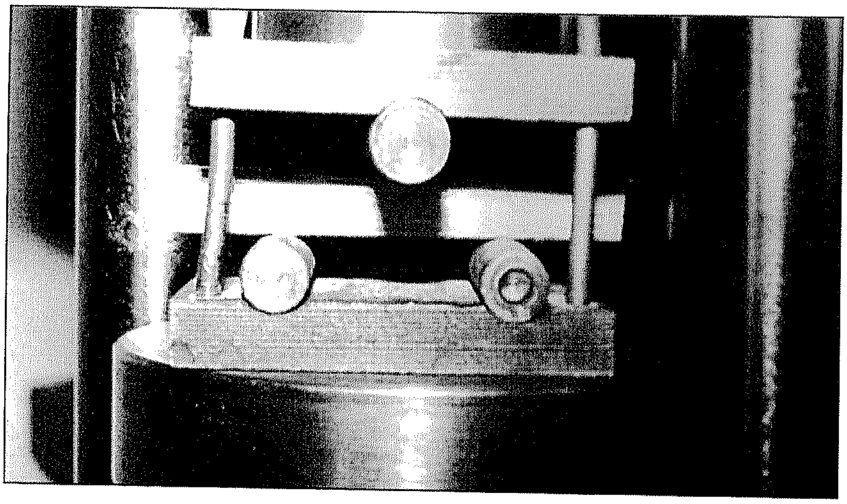
ج - الانهيار التدريجى للعينة رقم (٣)



صورة رقم (١٦٤ أ ب ج)

توضح المظاهر المختلفة لانهيار العينة رقم (١١) بناء على اتجاة تحميل ضغوط أجهاد الانحناء حيث :

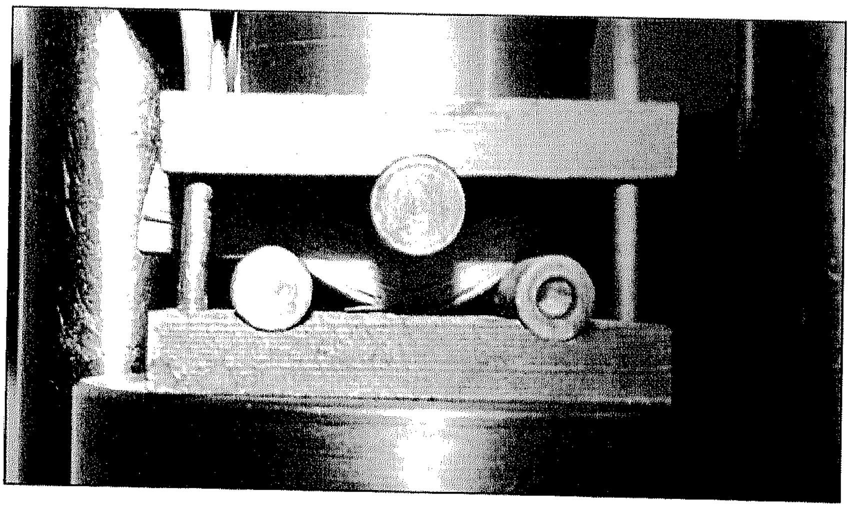
أ - ب - عند تحميل الضغط فى اتجاة الألياف ادى إلى سرعة انهيار العينة .
ج - عند وقوع الضغط عمودى على اتجاة الألياف انفصل خط اللحام نتيجة لأن تحمل مادة اللصق للضغط أقل عن العينة .



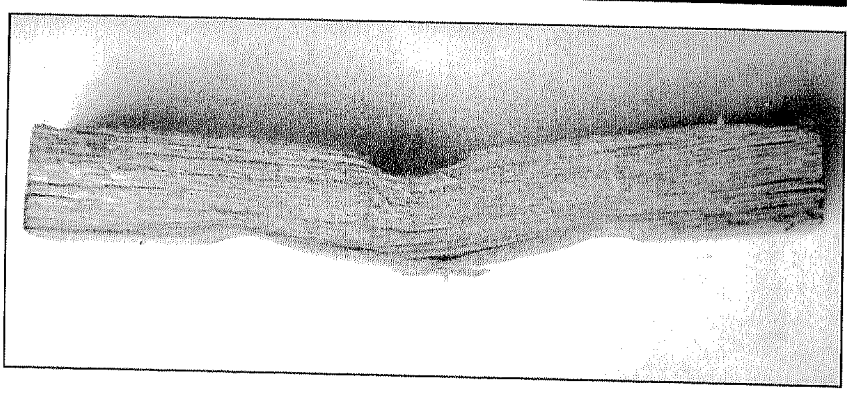
صورة رقم (١٦٥ أ ب ج)

توضح مراحل انهيار العينة رقم (١١) خلال أختبار قياس أجهاد الانحناء عند وقوع الضغط عمودى على أتجاة الألياف حيث :

أ - العينة عند بداية الاختبار .



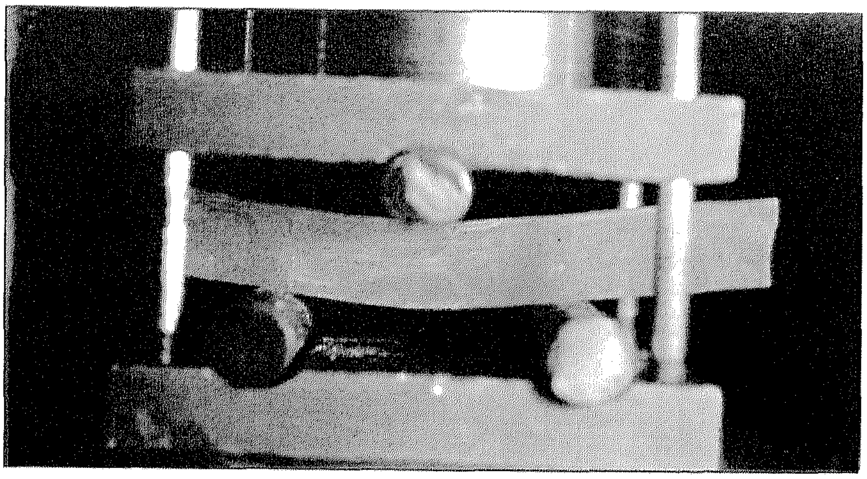
ب - العينة عند ضغط انحناء ١٤١كجم/سم٢



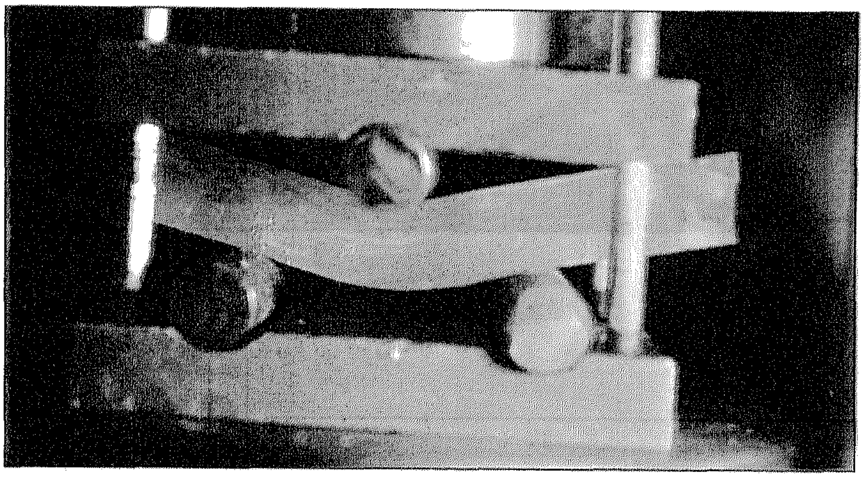
ج - العينة بعد ٢٤ ساعة من رفع الضغط عنها و قد ارتدت جزئيا إلى شكلها الأصلى .

صورة رقم (١٦٦ـ أ ب ج د)

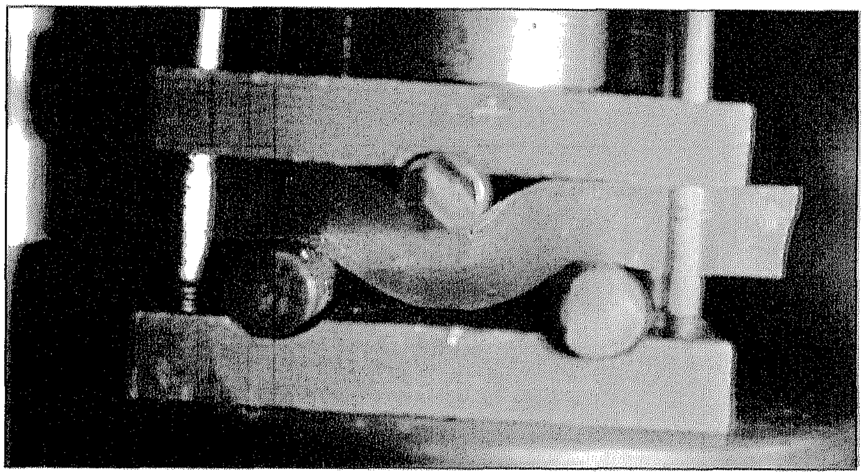
مراحل إنهيار العينة رقم (١٦) تحت تأثير ضغط الانحناء و يلاحظ مدى قابلية العينة للانحناء .



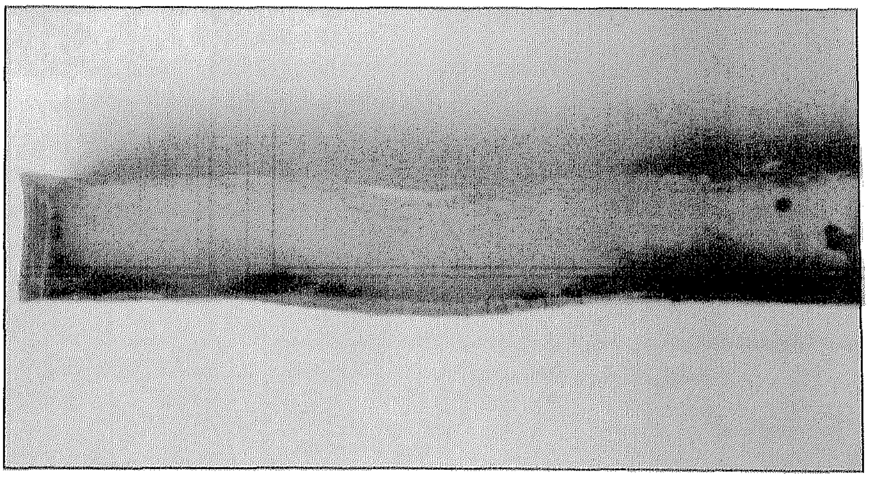
أ ـ العينة عند ضغط انحناء ٦٥كجم/سم٢ .



ب ـ العينة عند ضغط انحناء ١٩٤كجم/سم٢ .



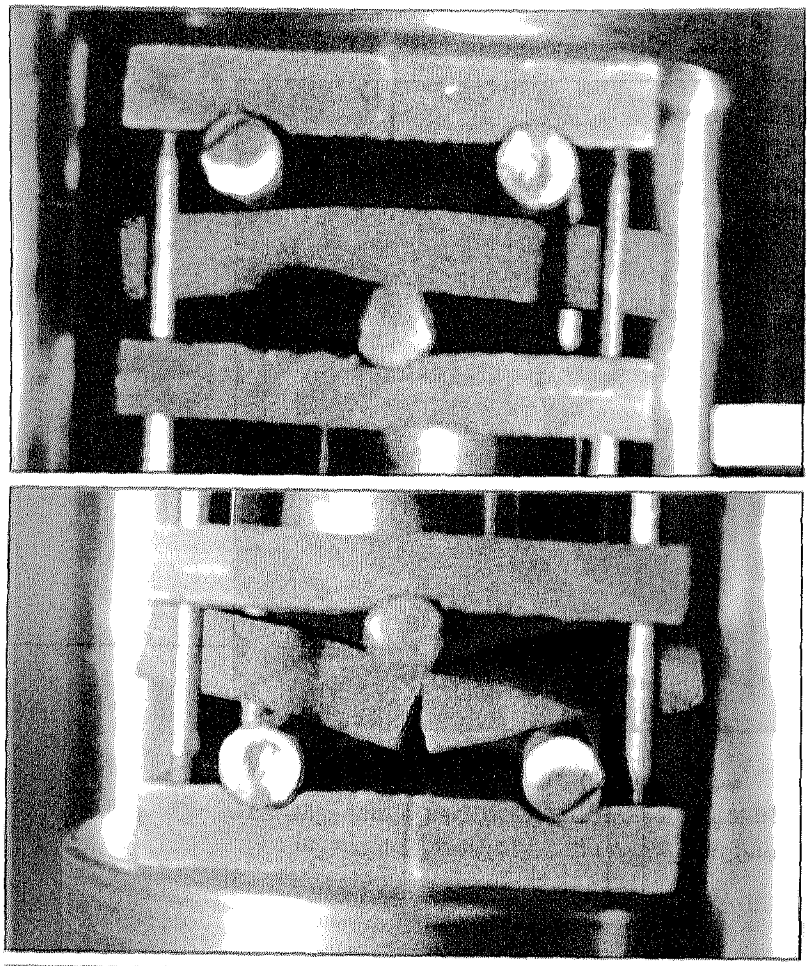
ج ـ العينة عند ضغط انحناء ٥٨٤كجم/سم٢ .



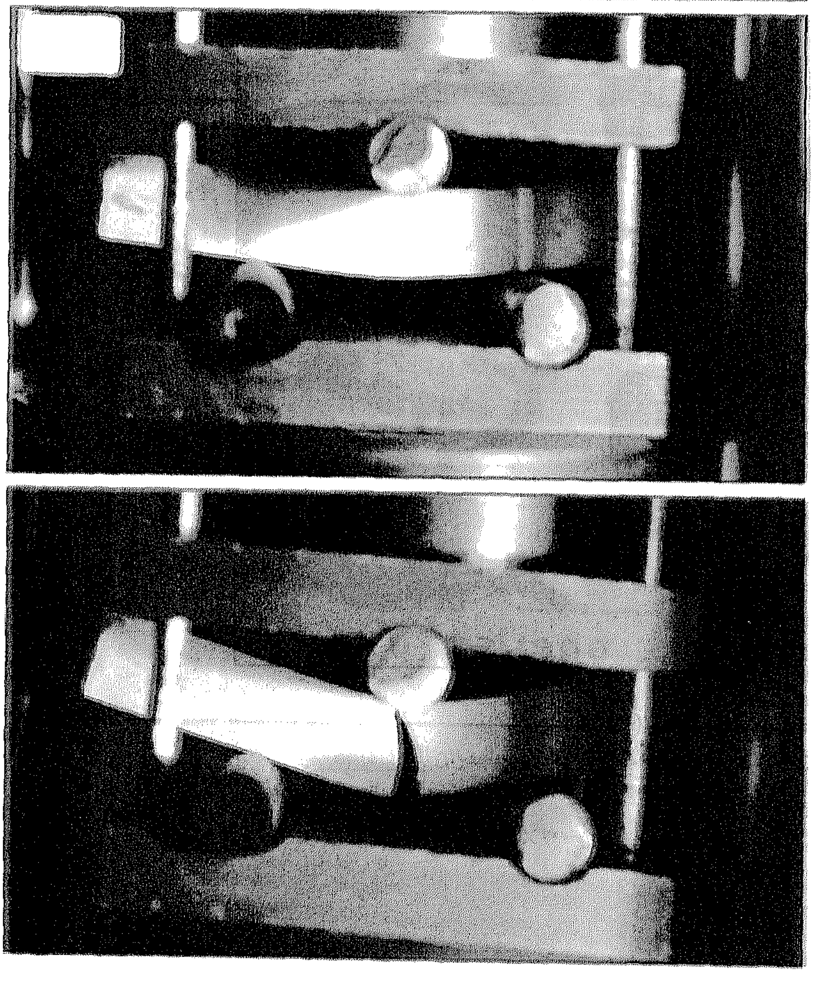
د ـ العينة بعد ٢٤ ساعة من رفع الضغط عنها .

صورة رقم (١٦٧ أ ب)

توضح مراحل انهيار العينة رقم (١٧) | أ | و العينة رقم (١٨) | ب | خلال اختبار قياس اجهاد الانحناء .



العينة (١٧)
عند ضغط انحناء ١٥٥كجم/سم٢



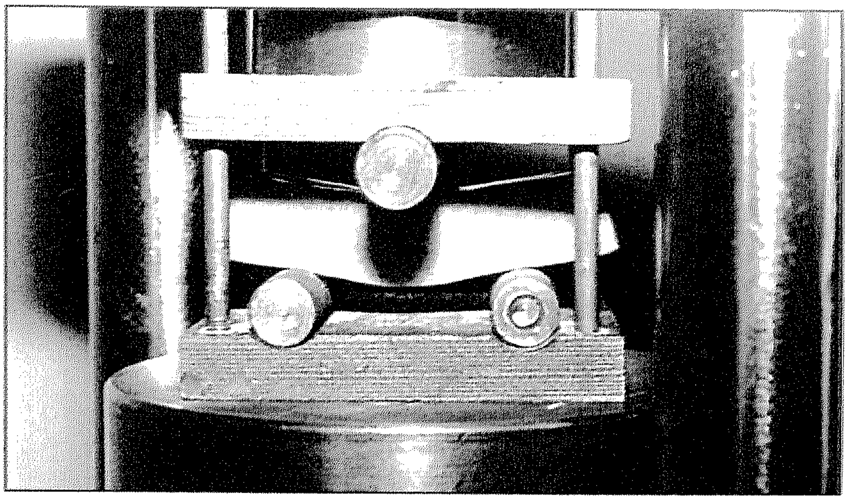
العينة (١٨)
عند ضغط انحناء ١٤١كجم/سم٢

صورة رقم (١٦٨ أ ب)

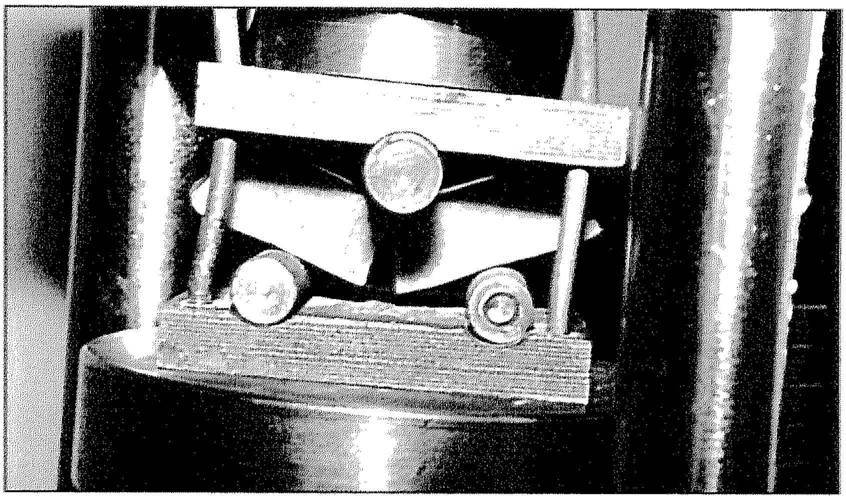
توضح مراحل و سلوك انهيار العينة رقم (١٩) خلال اختبار قياس اجهاد الانحناء ، فى حالة تغير نسب مكوناتها حيث :

أ - نسبة الأرالديت إلى المواد المالئة ٢ : ١ : ١

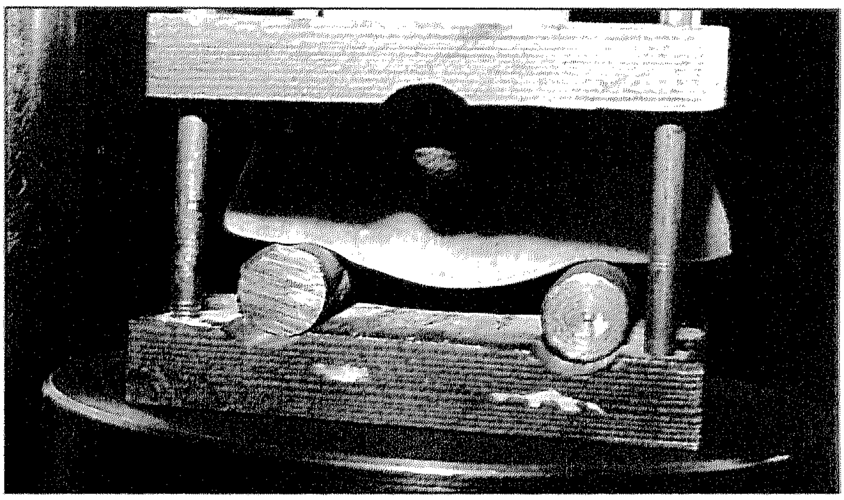
ب - نسبة الأرالديت إلى المواد المالئة ٤ : ١ : ١



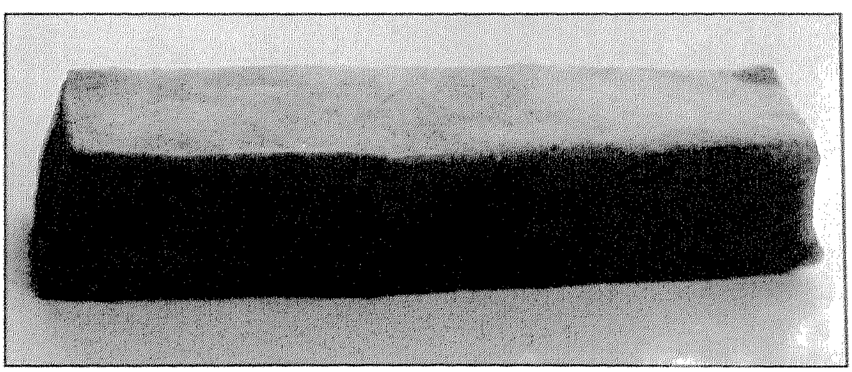
تعرض العينة (١٩) (أ) للانحناء عند حمل ضغط ٢٠٢ كجم/سم٢



تعرض العينة (١٩) (أ) للكسر عند حمل ضغط ٢٤١ كجم/سم٢



العينة (١٩) (ب) عند ضغط انحناء ٣٢١ كجم/سم٢



العينة (١٩) (ب) بعد ٢٤ ساعة من انتهاء التجربة .

صورة رقم (١٦٩)

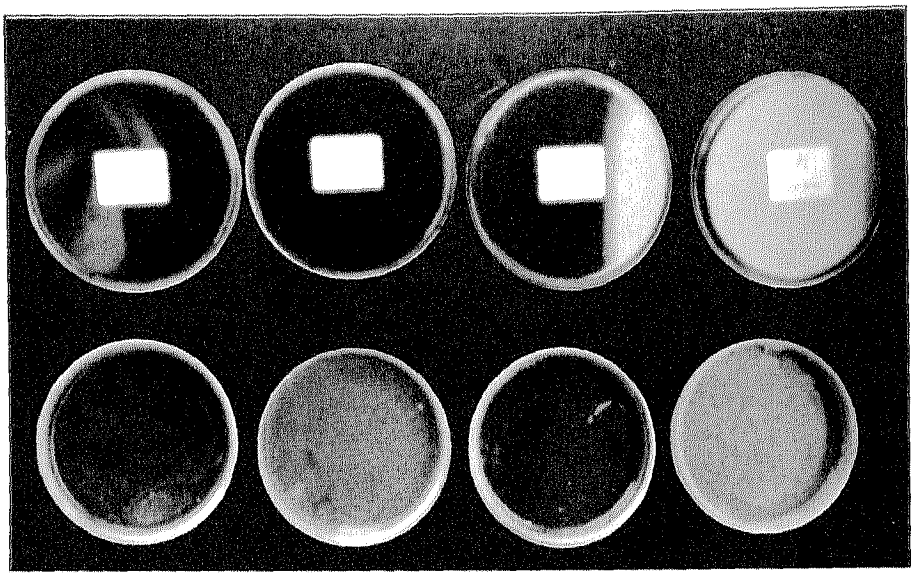
توضح مظهر الأفلام الجافة لمادة البلكسيسول B 597 التى تم تحضيرها باستخدام مذيبات مختلفة وهى :

أ – التولوين .

ب – الأسيتون .

ج – تراى كلورو الأيثلين .

د – خلات الأيثيل .



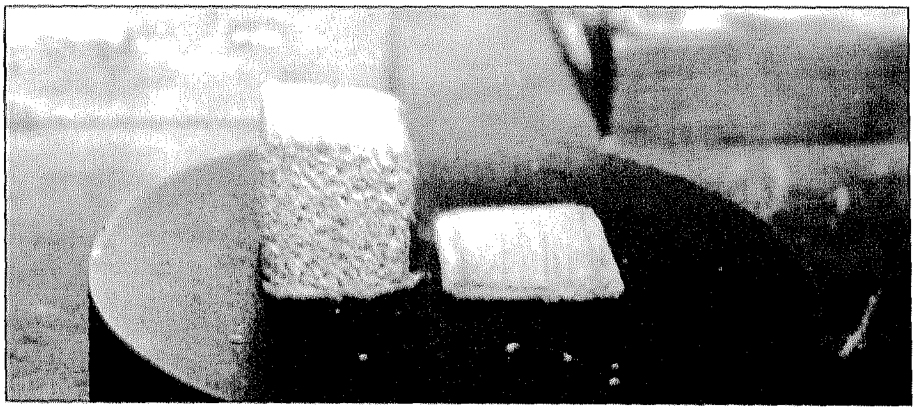
(د)　　(ج)　　(ب)　　(أ)

صورة رقم (١٧٠ - أ ب ج)

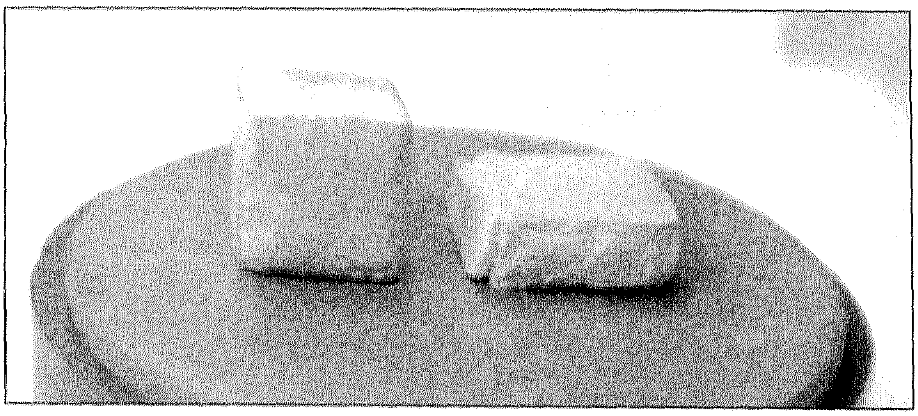
توضح قابلية الانضغاط للمواد المالئة المختارة لعمليات التدعيم لتماثيل البحث حيث :



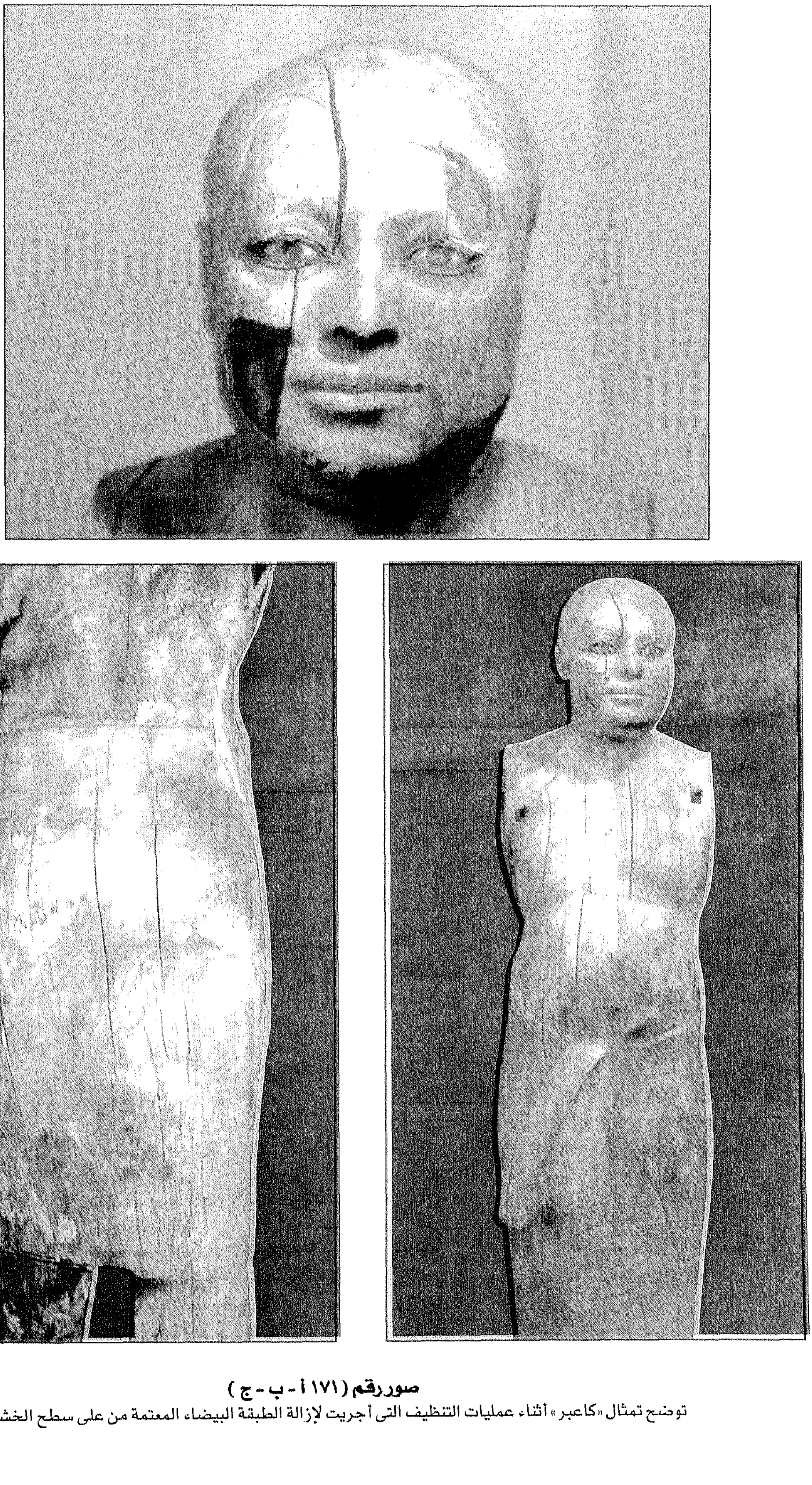
أ – خليط الميكروبالون / بارالويد B72.



ب – خشب البلسا .

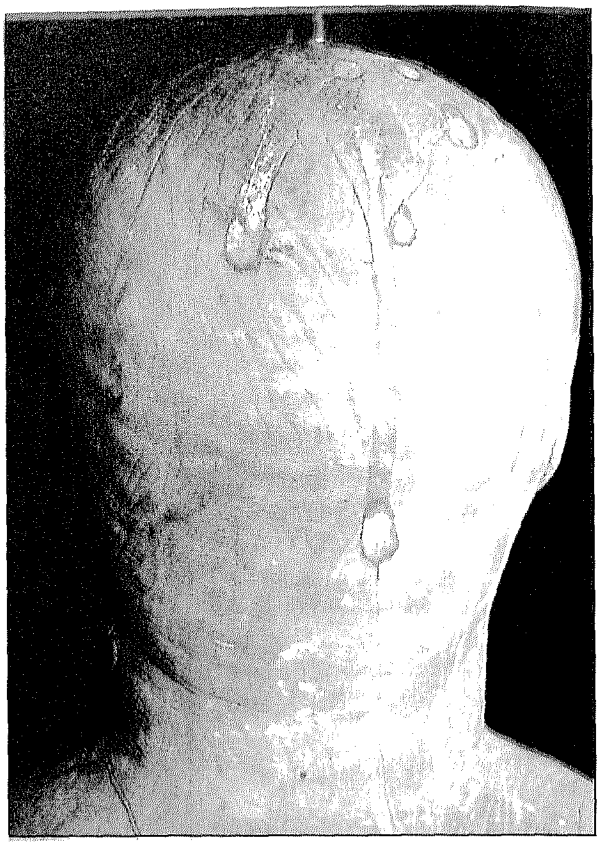


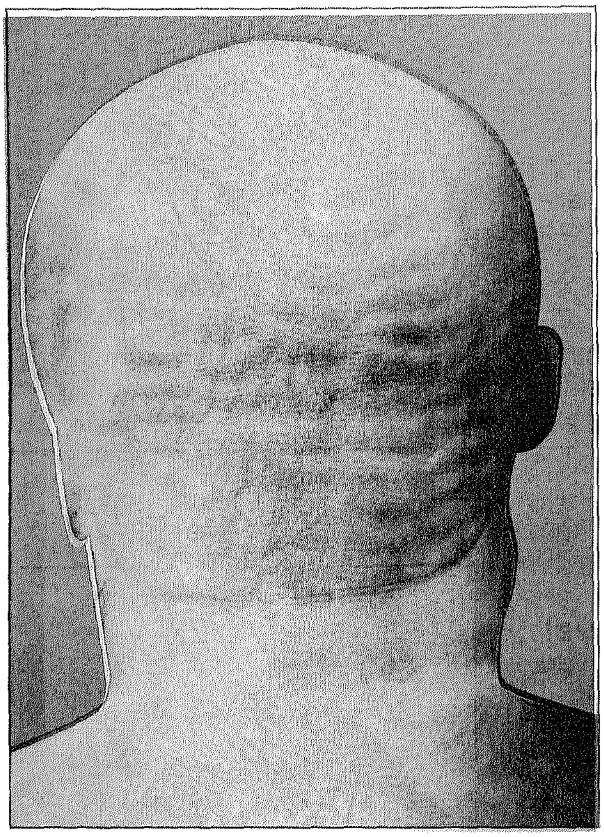
ج – عجينة الورق .



صور رقم (١٧١ أ - ب - ج)

توضح تمثال «كاعبر» أثناء عمليات التنظيف التى أجريت لإزالة الطبقة البيضاء المعتمة من على سطح الخشب .





صورة رقم (١٧٢أ - ب)

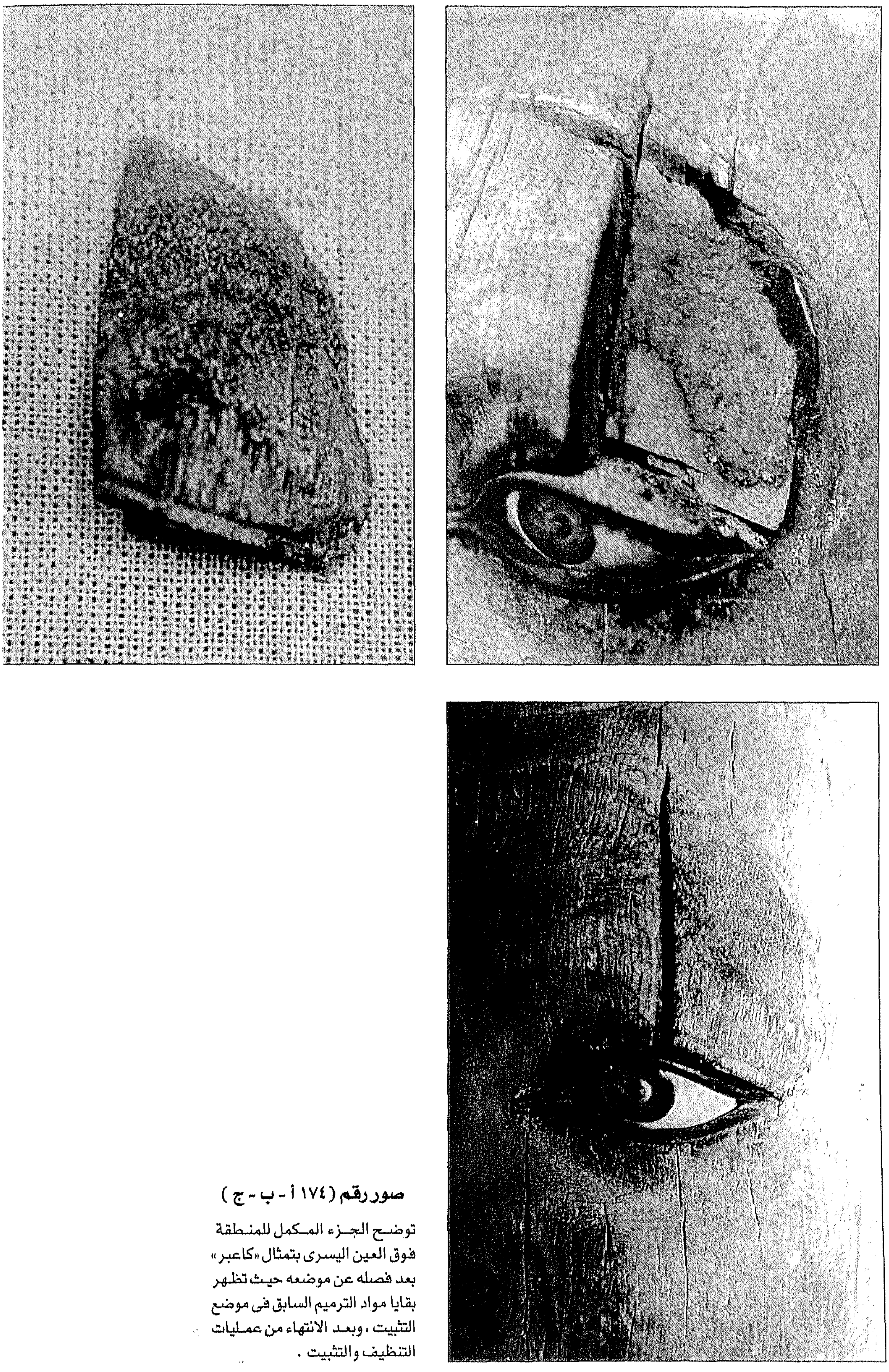
توضح الشعر المستعار بتمثال «كاعبر » من الخلف قبل وبعد إزالة فضلات الطيور .





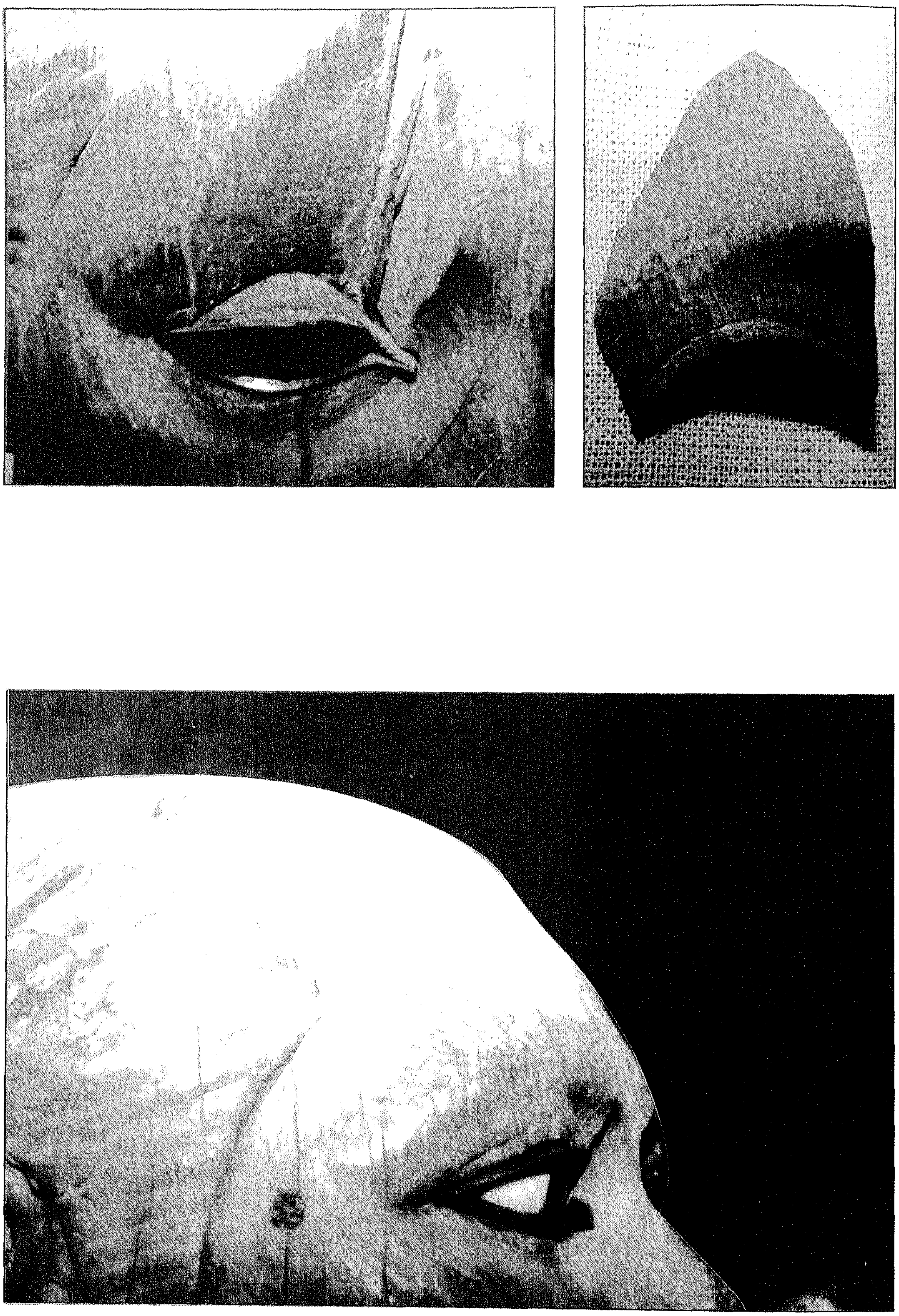
صورة رقم (١٧٣أ - ب)

توضح تطعيم أعين تمثال «كاعبر »
قبل وبعد عمليات التنظيف .



صور رقم (١٧٤ أ - ب - ج)

توضح الجزء المكمل للمنطقة فوق العين اليسرى بتمثال «كاعبر» بعد فصله عن موضعه حيث تظهر بقايا مواد الترميم السابق فى موضع التثبيت ، وبعد الانتهاء من عمليات التنظيف والتثبيت .



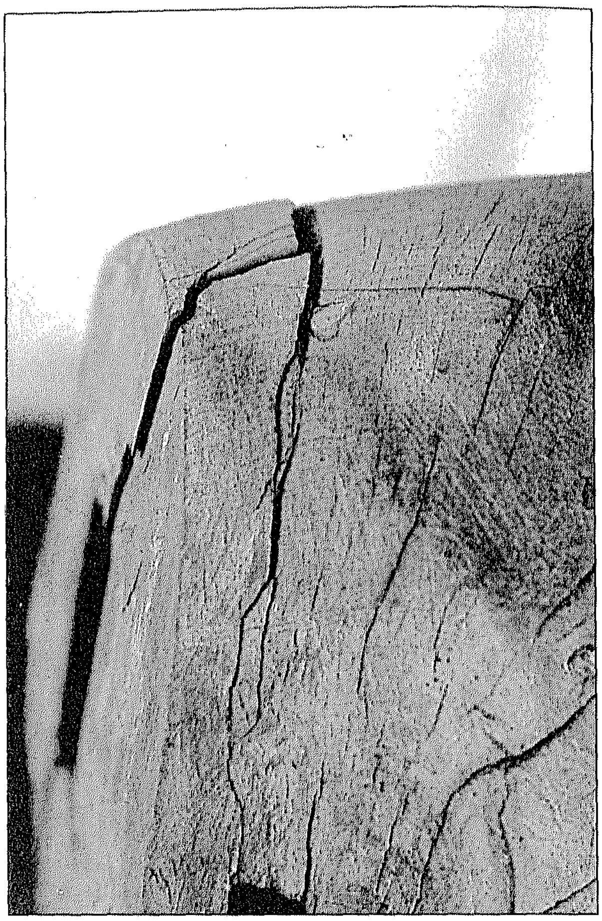
صور رقم (١٧٥ أ - ب - ج)

توضح الجزء شبه المنفصل فوق العين اليمنى بتمثال «كا عبر» بعد تمام فصله عن موضعه وبعد الانتهاء من عمليات الترميم .

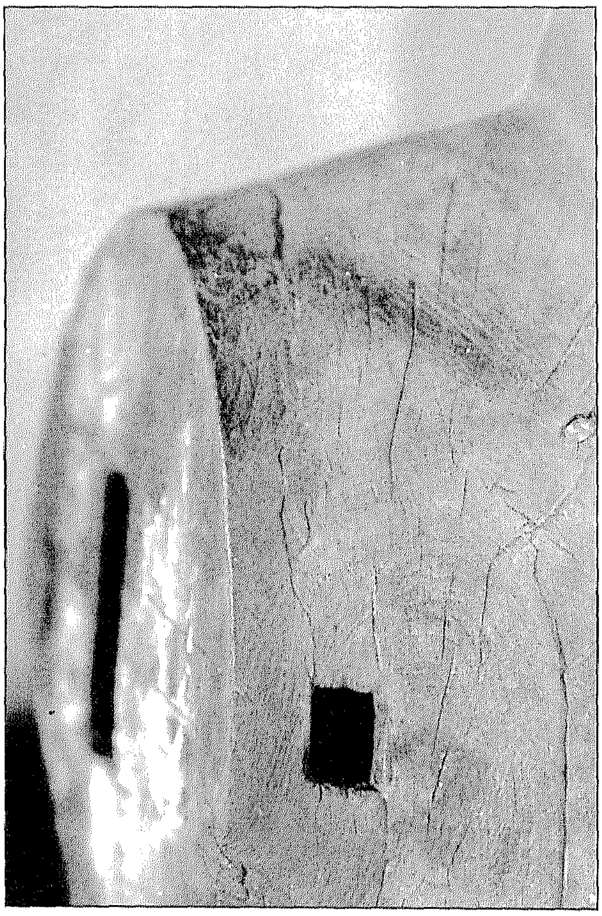




صورة رقم (١٧٦ أ - ب)
توضح الجزء المضاف بالخد الأيمن لتمثال «كاعبر» قبل وبعد عمليات الترميم .

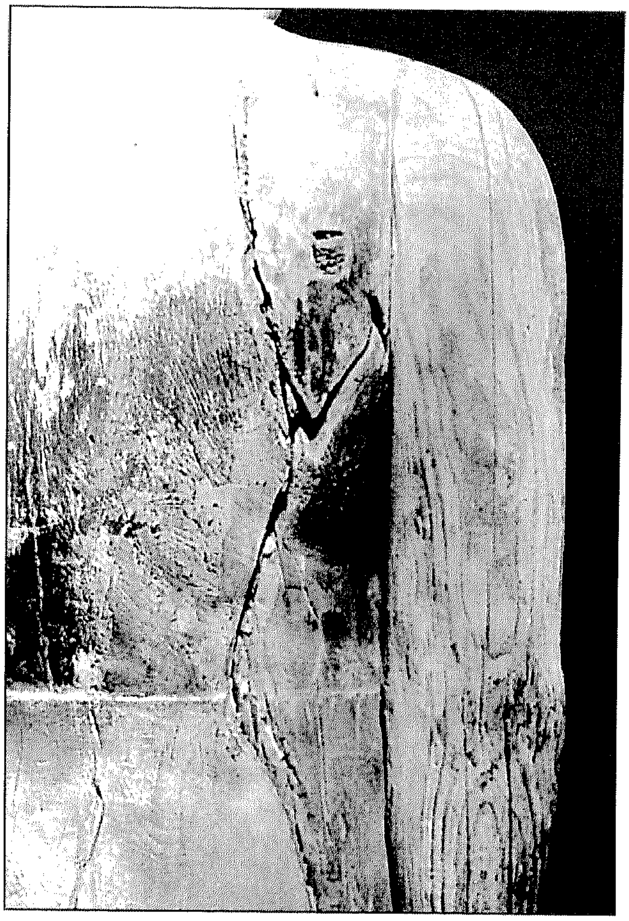


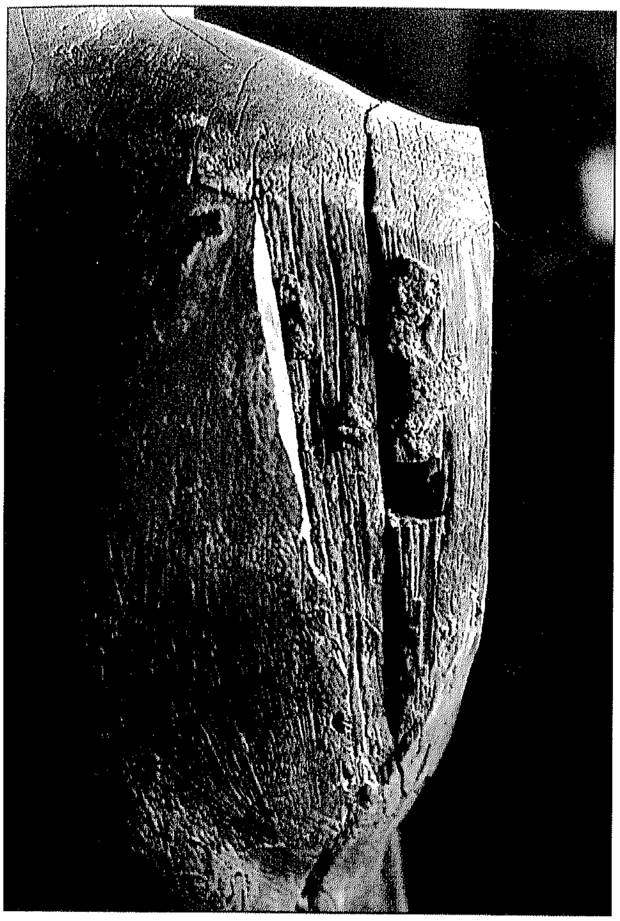


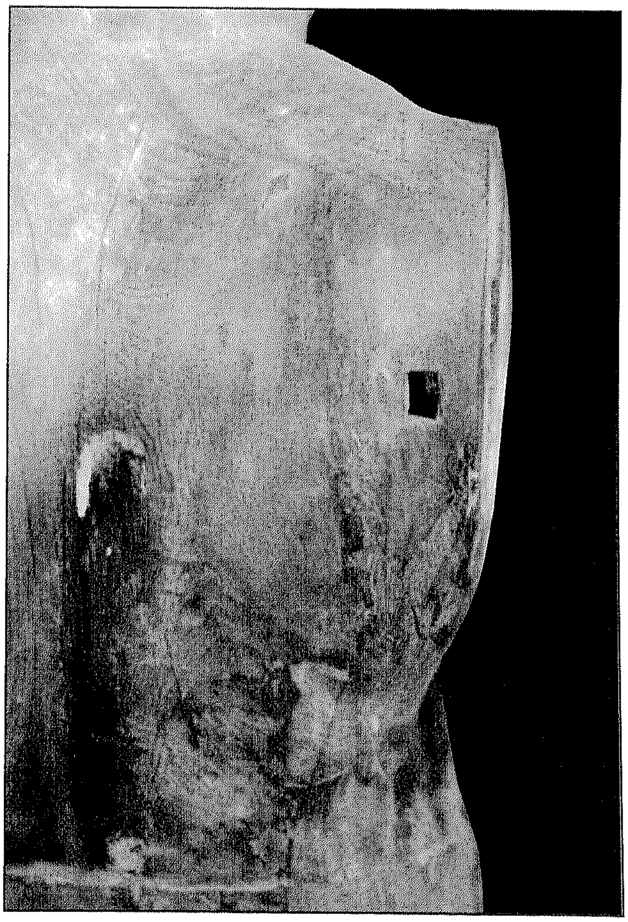


صور رقم (١٧٧ أ - ب - ج)

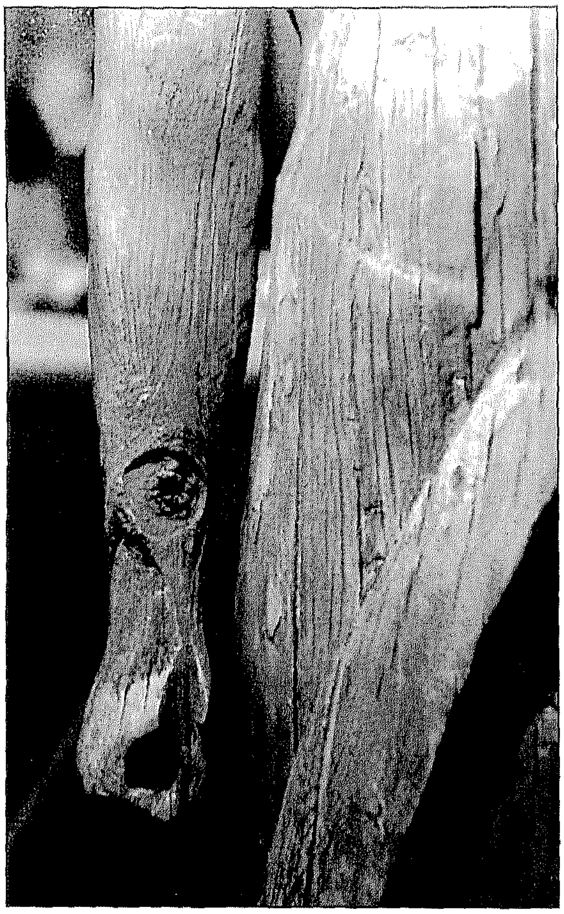
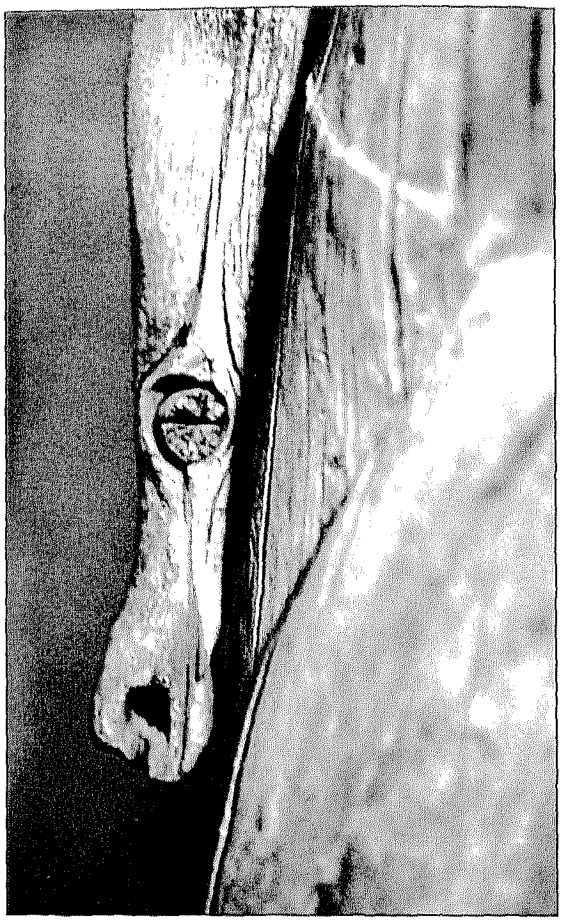
توضح مراحل تجميع وإعادة تثبيت الشـروخ والأجـزاء المنفصلة أعلى الكتف الأيمن لتمثال «كاعبر» .



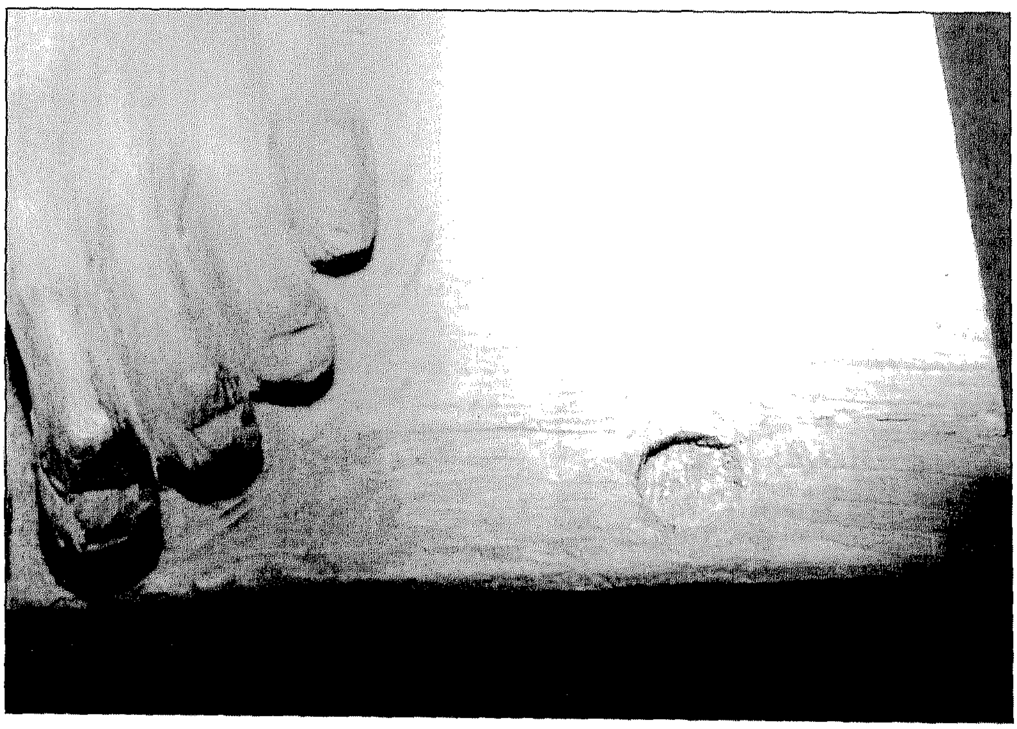




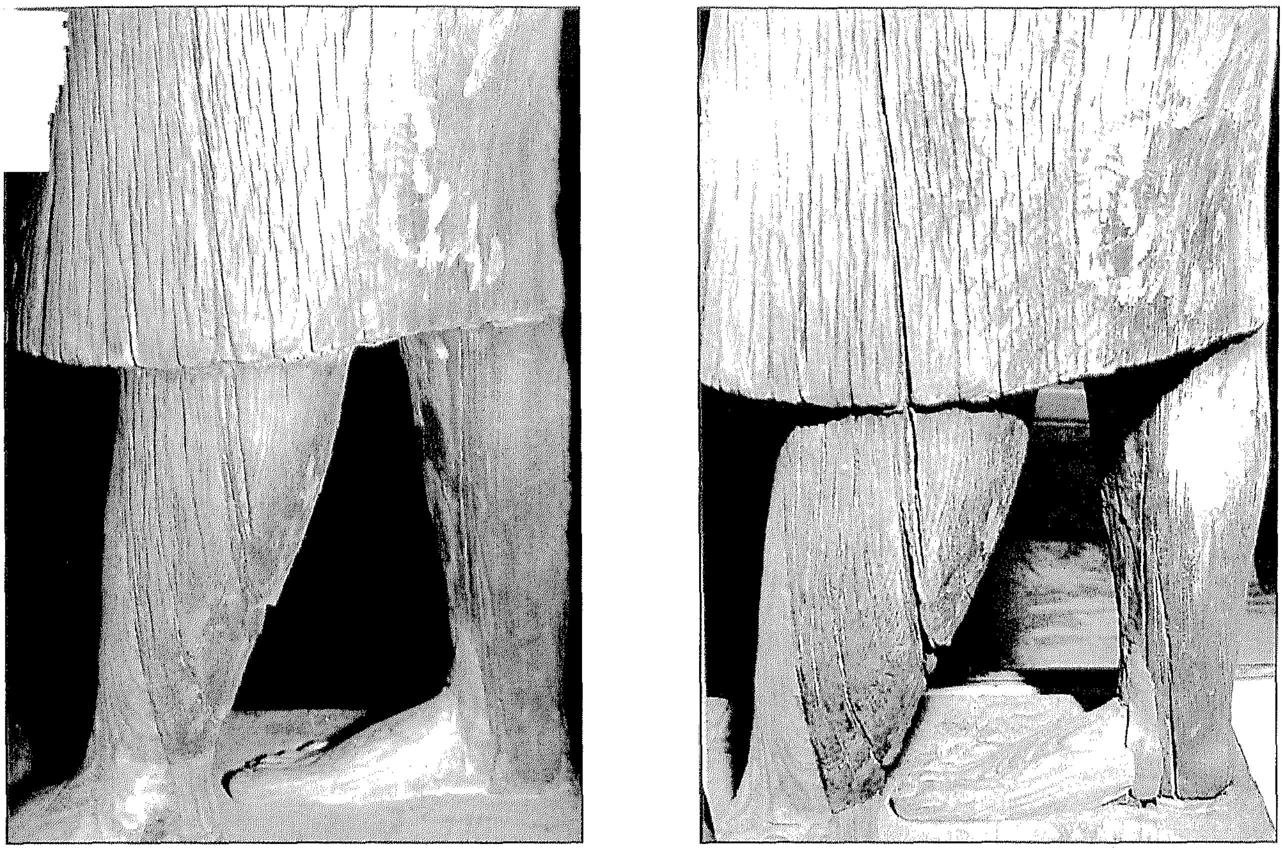
صور رقم (١٧٨أ - ب -ج)
توضح مراحل تثبيت وتدعيم الجزء ذو الشكل المثلث المكمل لأعلى الجانب الأيمن لظهر تمثال «كاعبر » .

صور رقم (١٧٩ أ - ب)
توضح العقدة الموجودة أعلى اليد اليمنى والشروخ المحيطة بها قبل وبعد عمليات التدعيم.



صورة رقم (١٨٠)
الجزء الدائرى الغائر الذى تم تشكيله فى موضع إرتكاز العصا على القاعدة.



صورة رقم (١٨١ أ - ب)

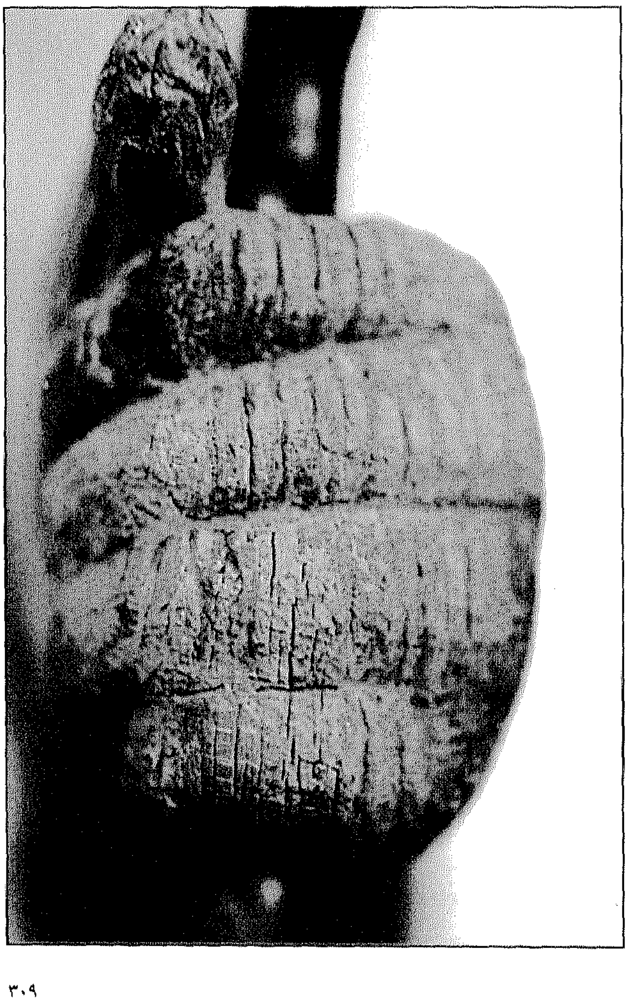
توضح جزء من الشرخ شبه المتصل بالجانب الأيسر لجسم تمثال «كاعبر» قبل وبعد عمليات التدعيم .



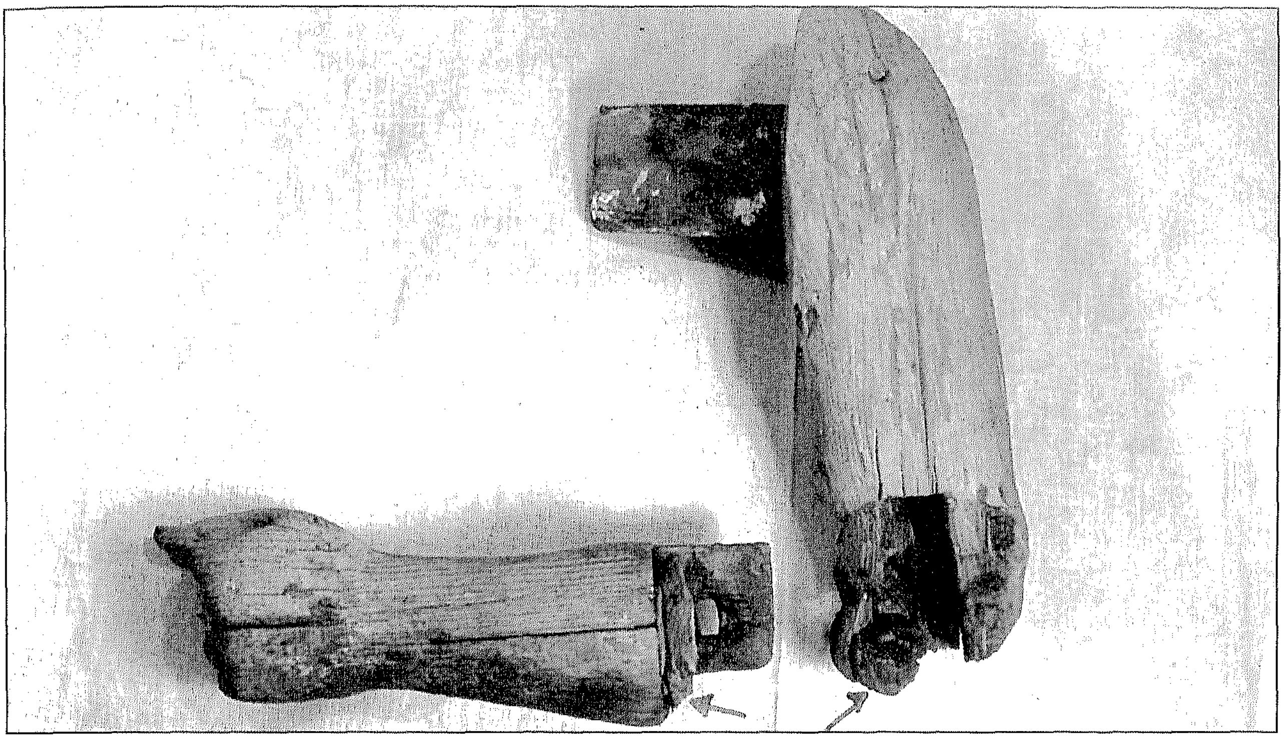
صورة رقم (١٨٢ أ - ب)

توضح الشرخ الطولى بالجانب الأيمن لجسم تمثال «كاعبر» قبل وبعد عمليات التدعيم.

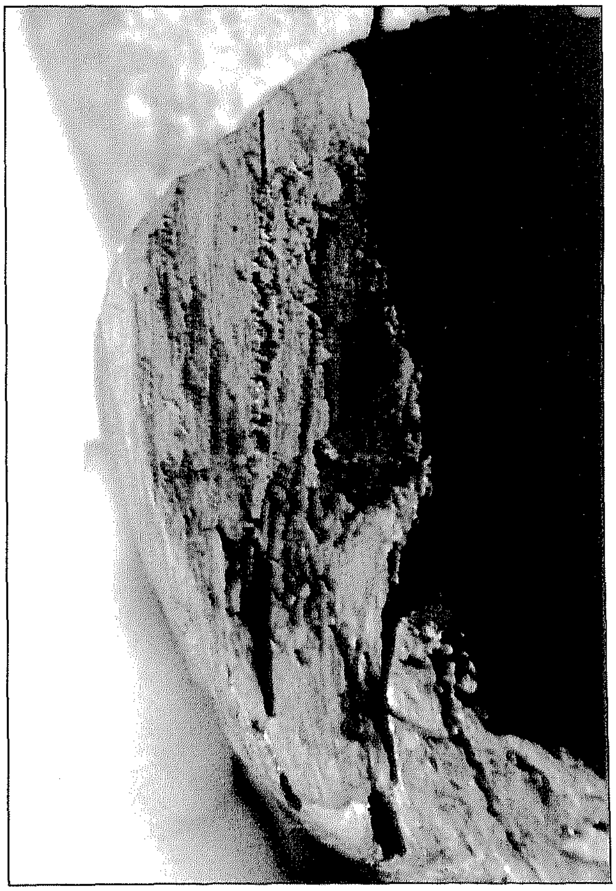




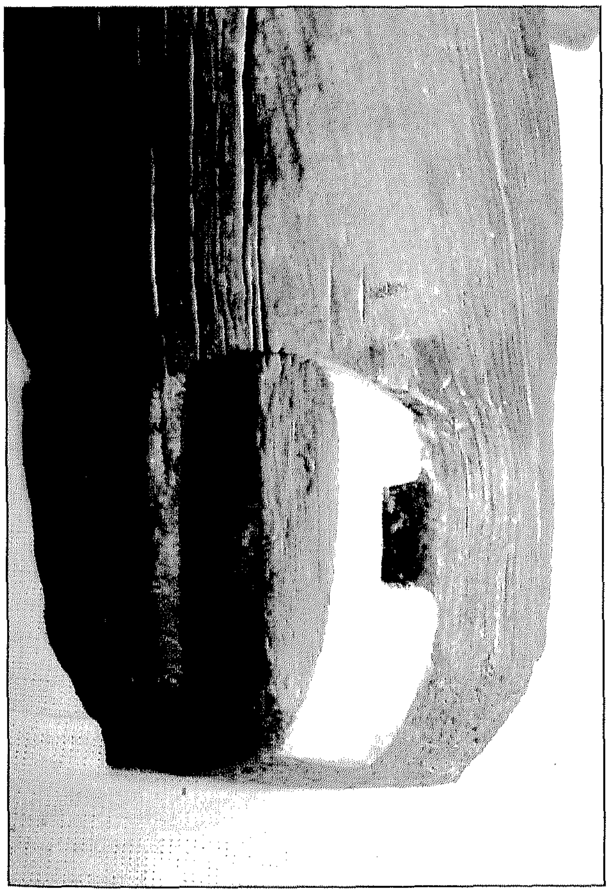
صورة رقم (١٨٣ أ - ب)
توضح قبضة اليد اليسرى لتمثال «كاعبر» قبل وبعد عمليات التقوية والتدعيم.



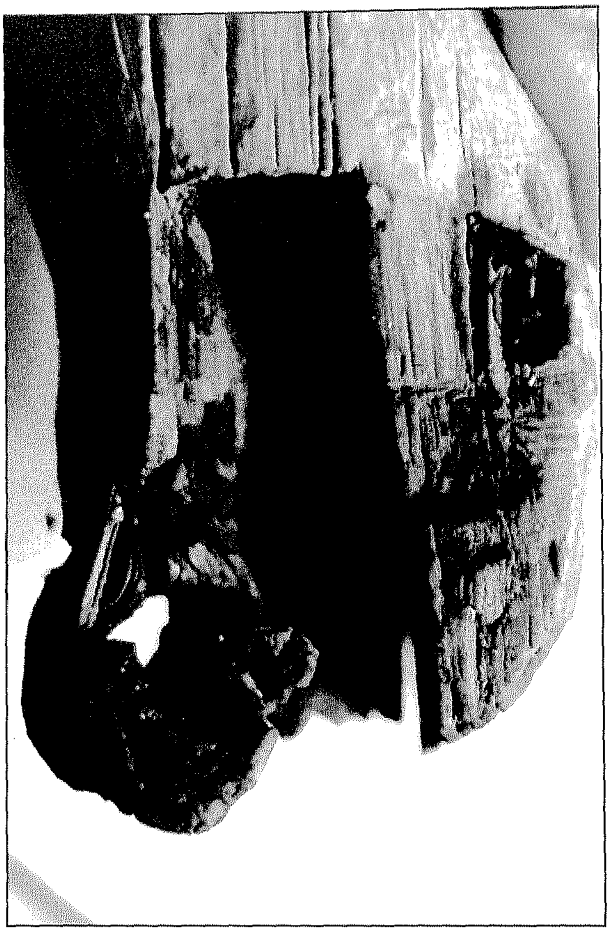
صورة رقم (١٨٤)
الذراع الأيسر بعد فصل الساعد عن العضد ، وتشير الأسهم إلى الأجزاء المثبتة فى غير موضعها الصحيح.

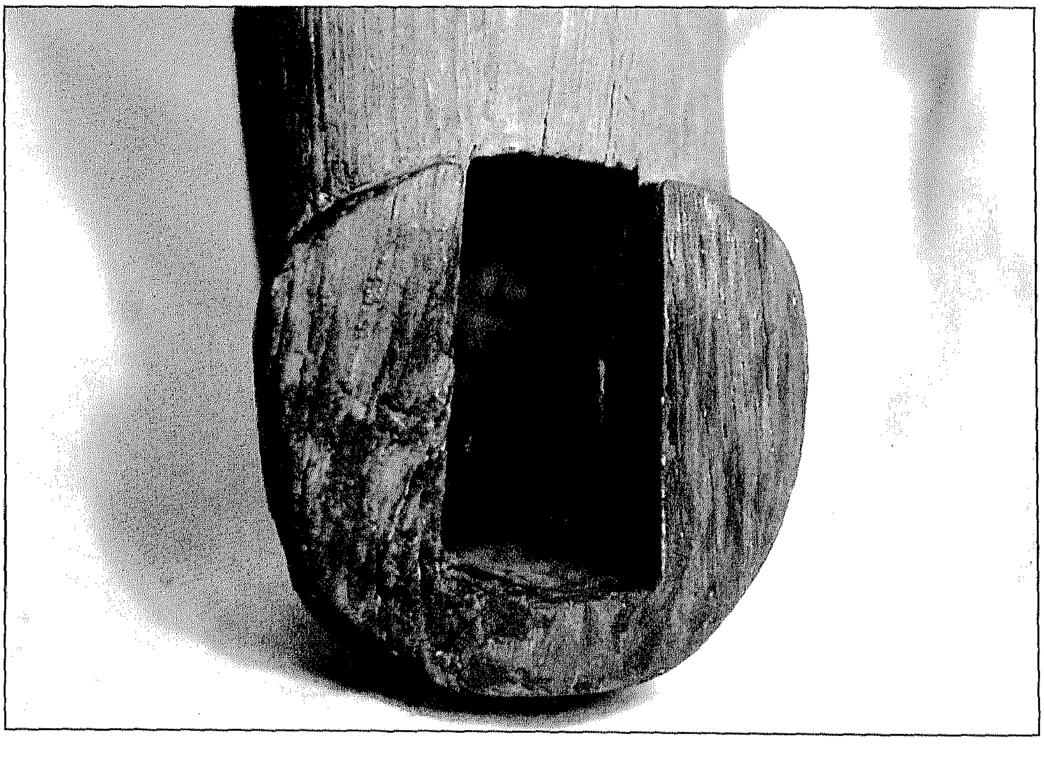


صورة رقم (١٨٥)
توضح مدى تطابق الجزء الذى كان مثبتا بالجانب الخارجى لخط اتصال جزئى الذراع الأيسر معاً ، مع الجانب الداخلى للعضد وذلك بعد فصل الأجزاء التى كانت مثبتة فى غير موضعها الأصلى.



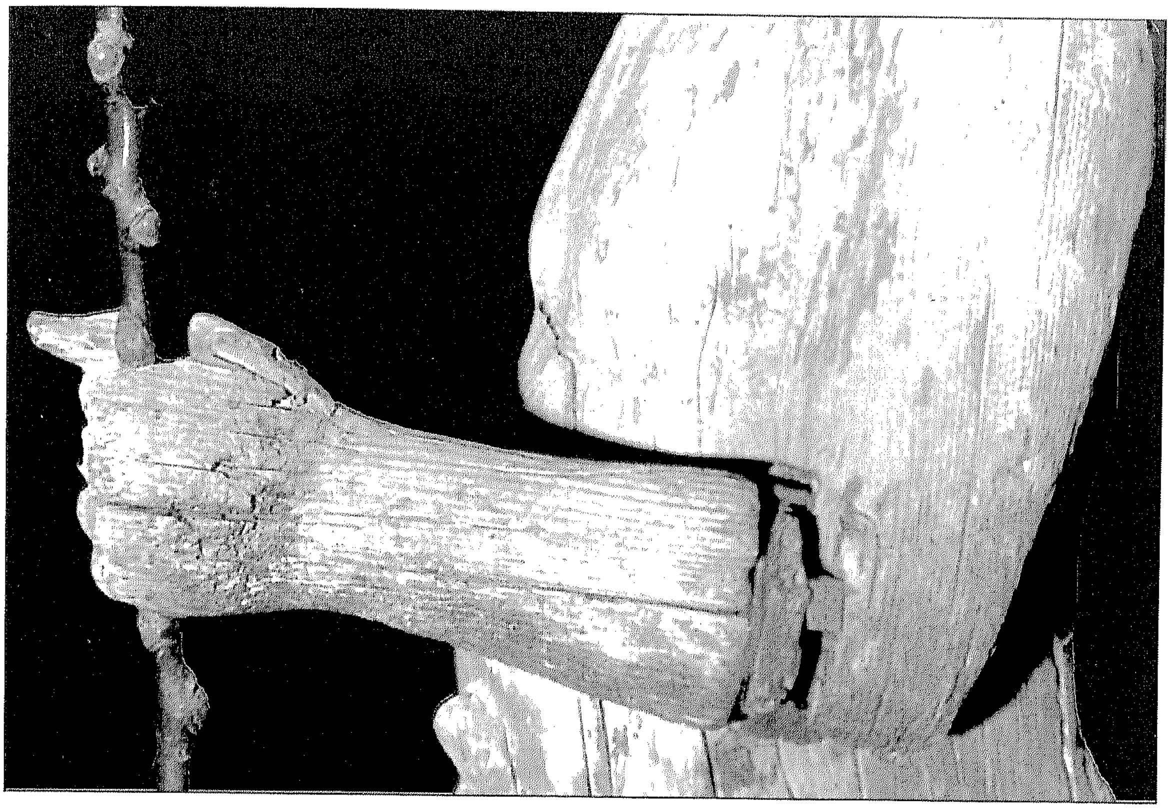
صورة رقم (١٨٦)
الجزء المستكمل بخشب البلسا عند موضع اتصال العضد بالساعد من الخارج.





صور رقم (١٨٧ أ - ب)

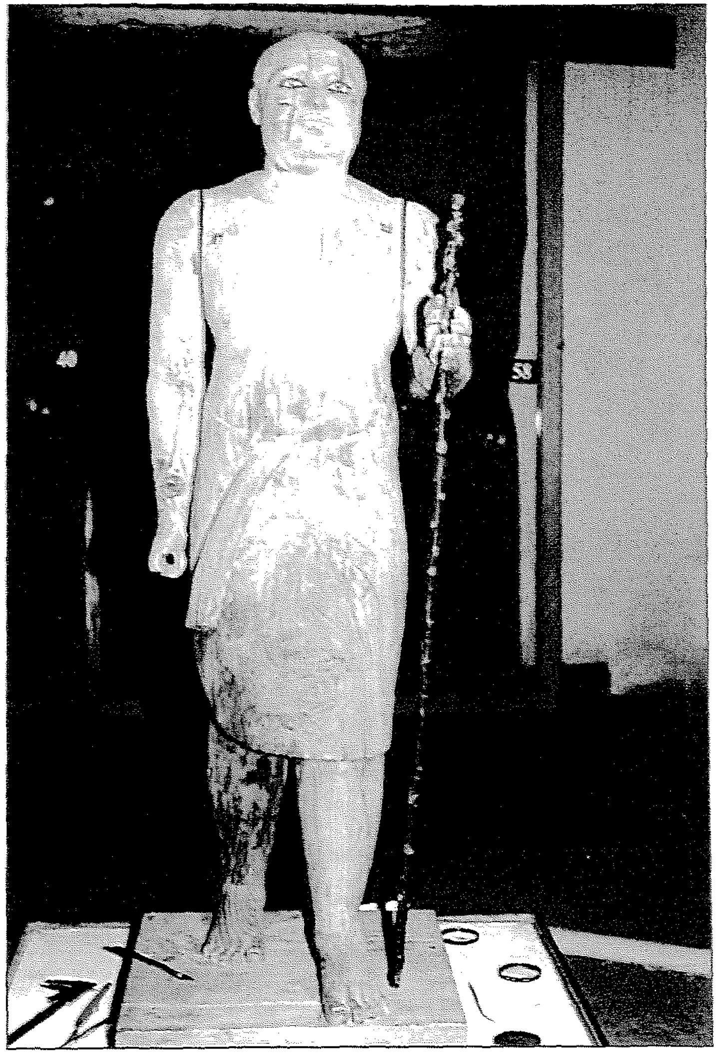
توضح سطح اتصال ساعد الذراع الأيسر بتمثال «كاعبر» بالعضد قبل وبعد انتهاء عمليات الترميم .

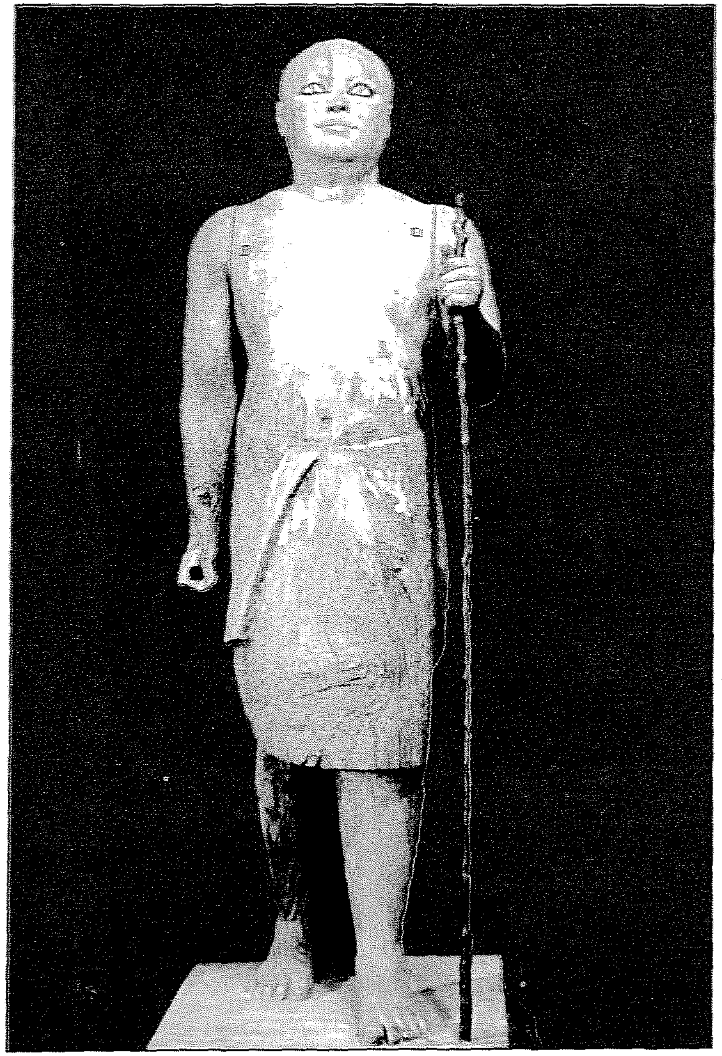




صور رقم (١٨٨أ - ب)

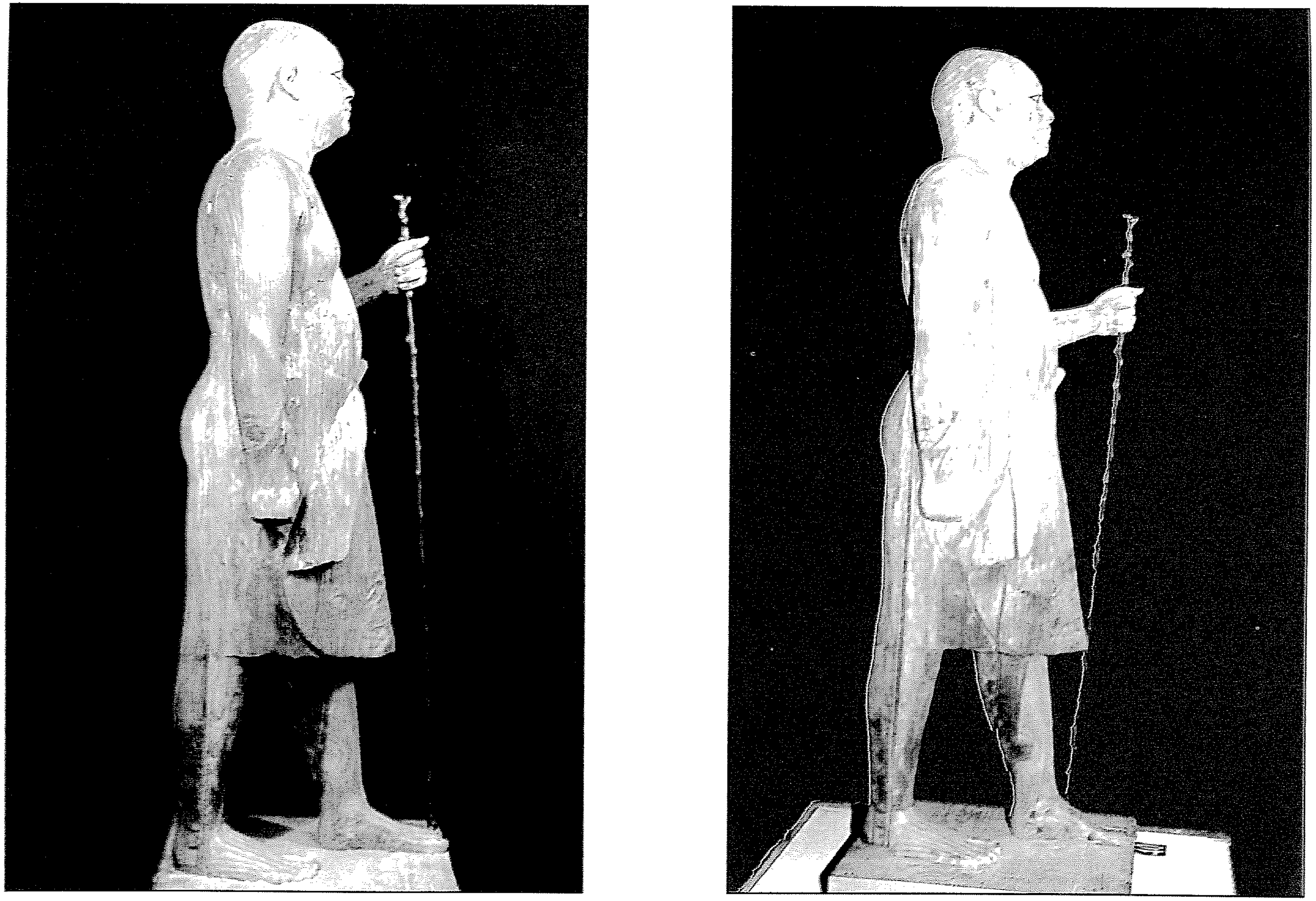
توضح الذراع الأيسر بتمثال «كاعبر» قبل وبعد الانتهاء من عمليات الترميم.





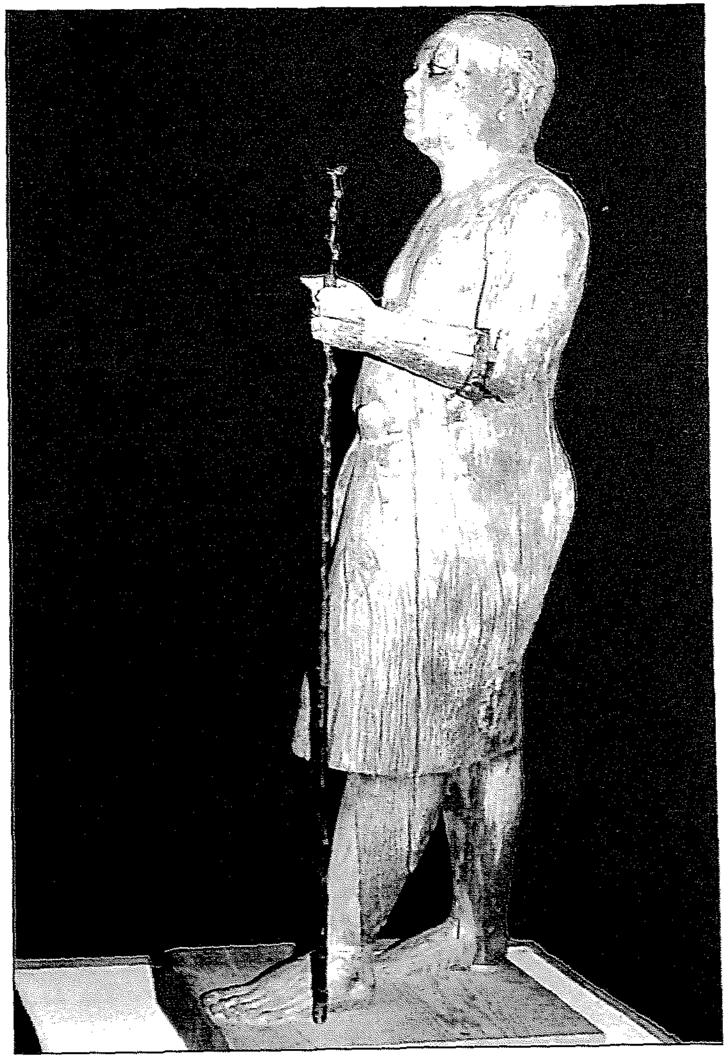
صور رقم (١٨٩أ - ب)

صورة أمامية لتمثال «كاعبر» قبل وبعد عمليات الترميم.



صور رقم (١٩٠أ - ب)

الجانب الأيمن لتمثال «كاعبر» قبل وبعد عمليات الترميم.





صور رقم (١٩١ أ - ب)

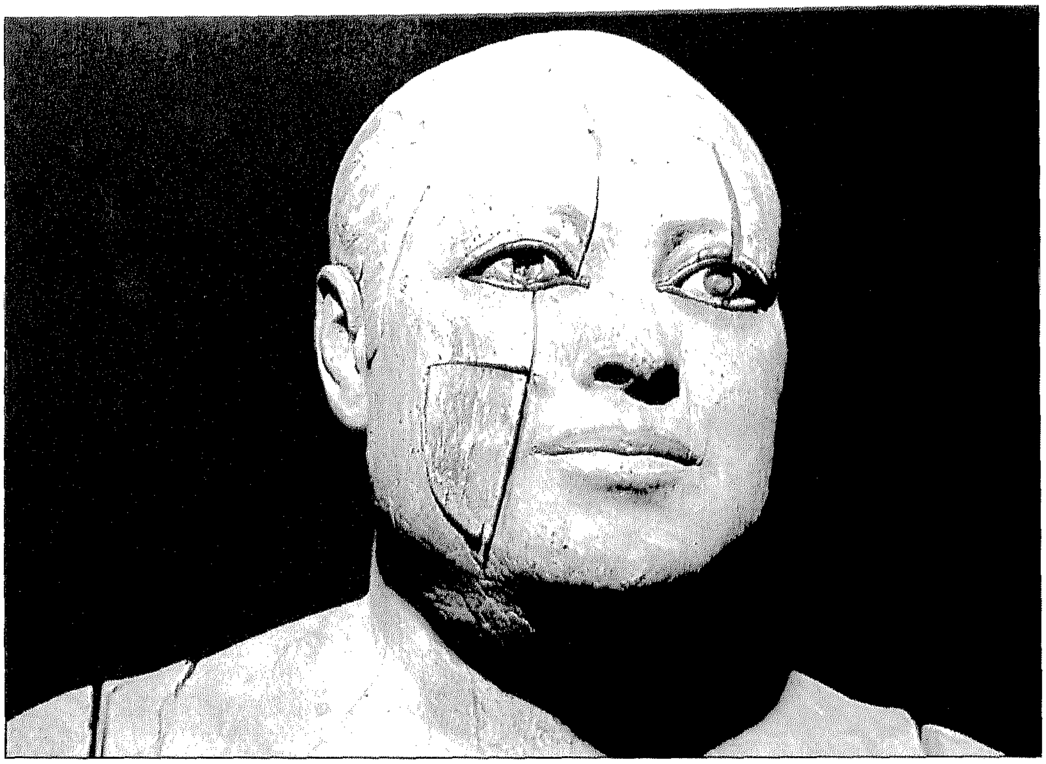
توضح الجانب الأيسر لتمثال «كاعبر» قبل وبعد عمليات الترميم.





صور رقم (١٩٢أ - ب)

صورة خلفية لتمثال «كاعبر» قبل وبعد عمليات الترميم.



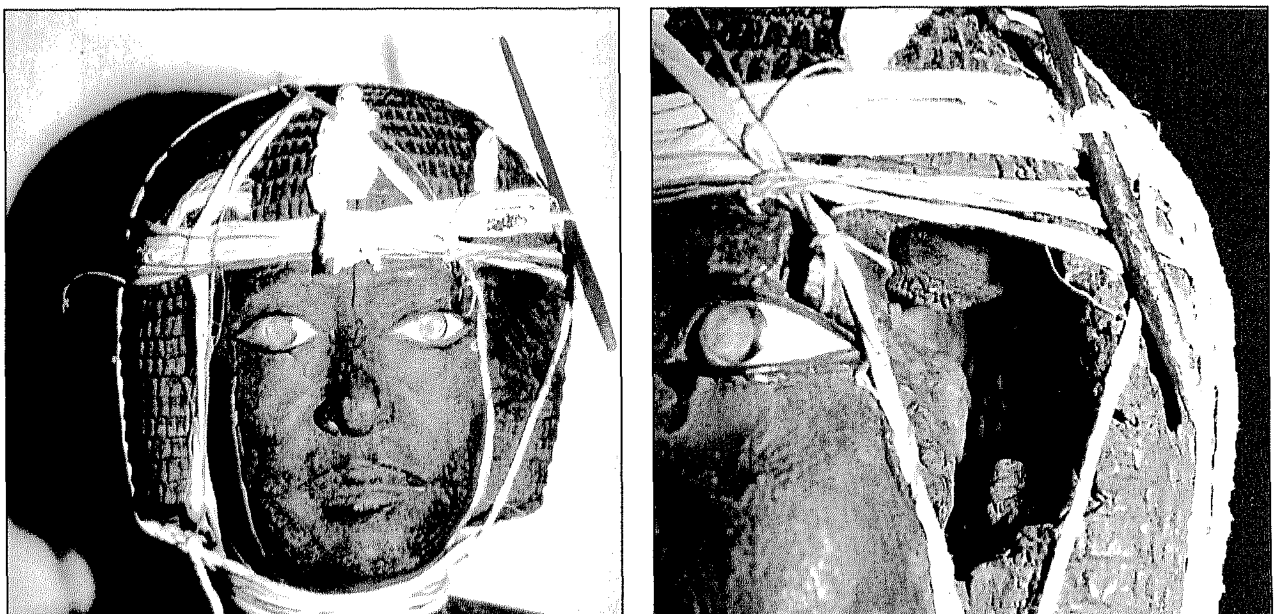


صور رقم (١٩٣ أ - ب)
وجه تمثال «كاعبر» قبل وبعد عمليات الترميم.



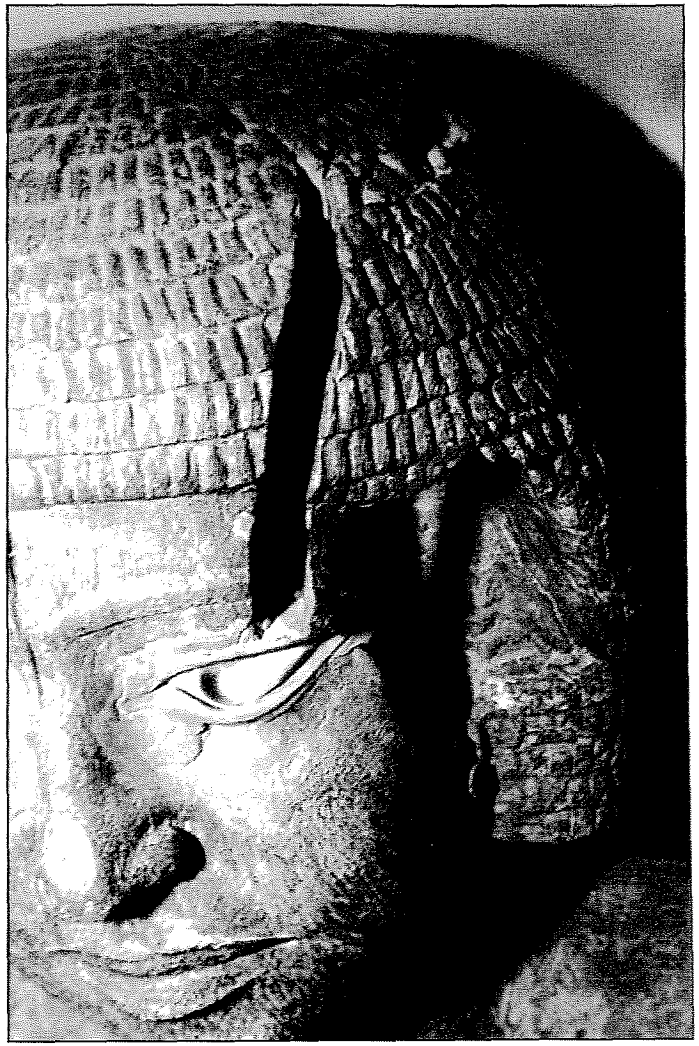
صورة رقم (١٩٤)

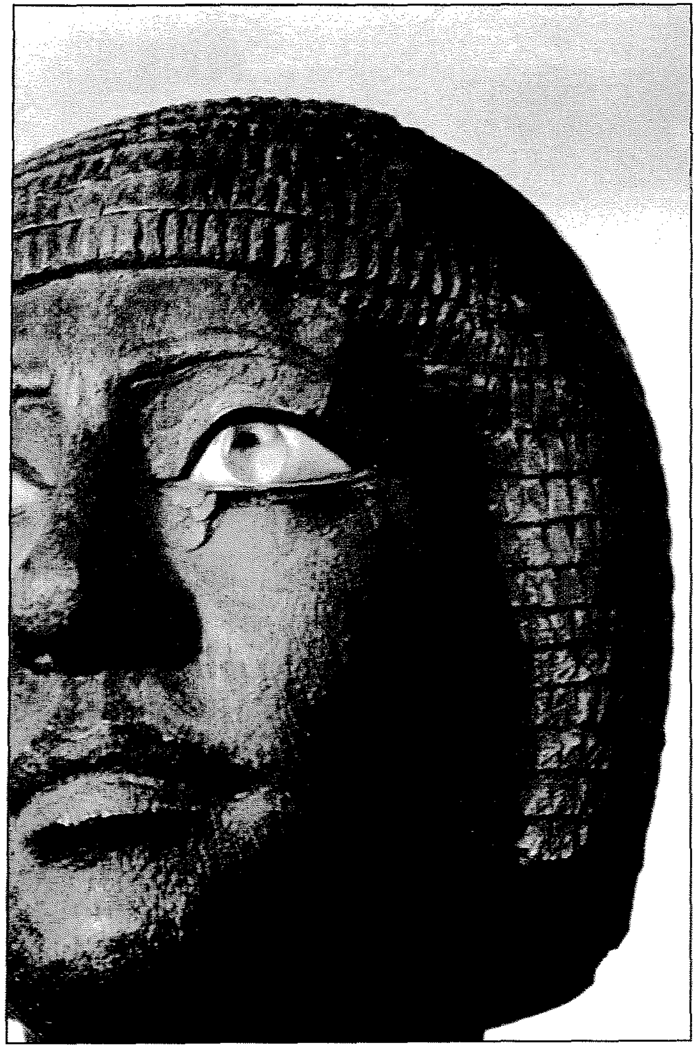
توضح وجه تمثال الشاب أثناء عمليات التنظيف وقبل فصل الأجزاء المضافة بالجانب الأيسر للوجه.



صورة رقم (١٩٥ أ - ب)

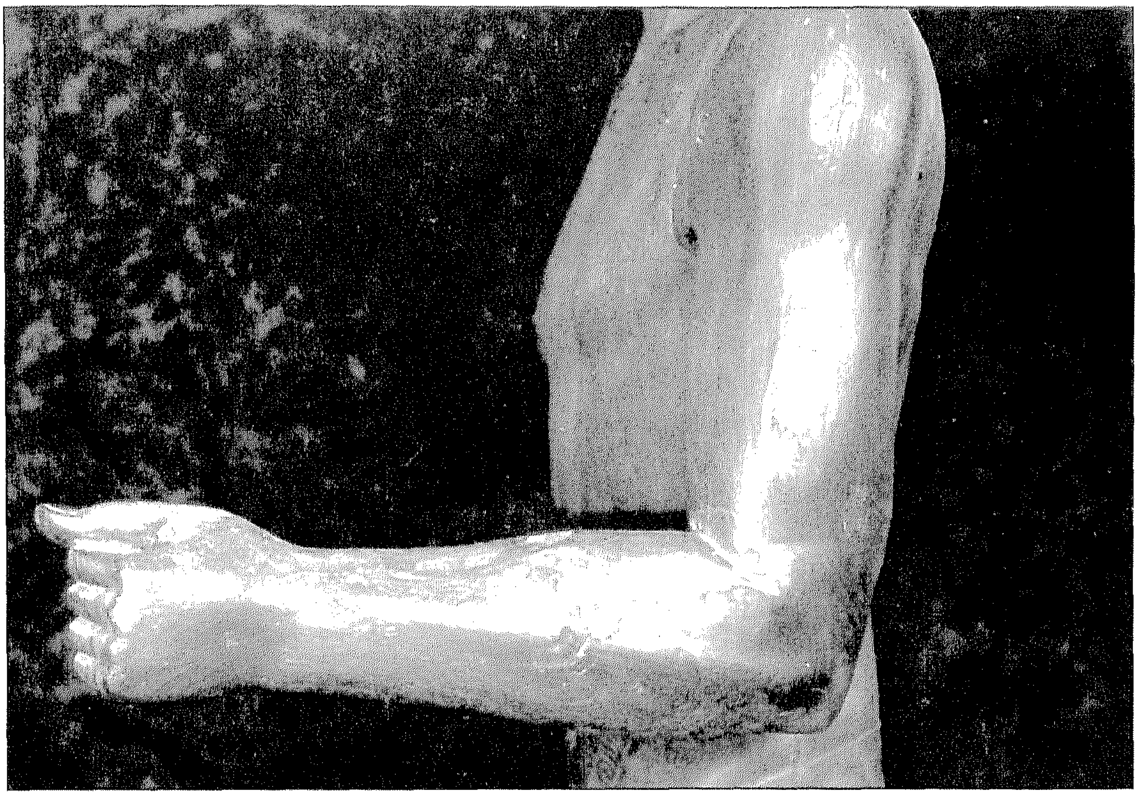
رأس تمثال الشاب أثناء عمليات استعدال وتقريب الشرخ الممتد من أعلى تطعيم العين اليسرى وذلك بعد فصل الأجزاء المضافة بفراغ الجانب الأيسر للوجه وأعلى يسار الشرخ.

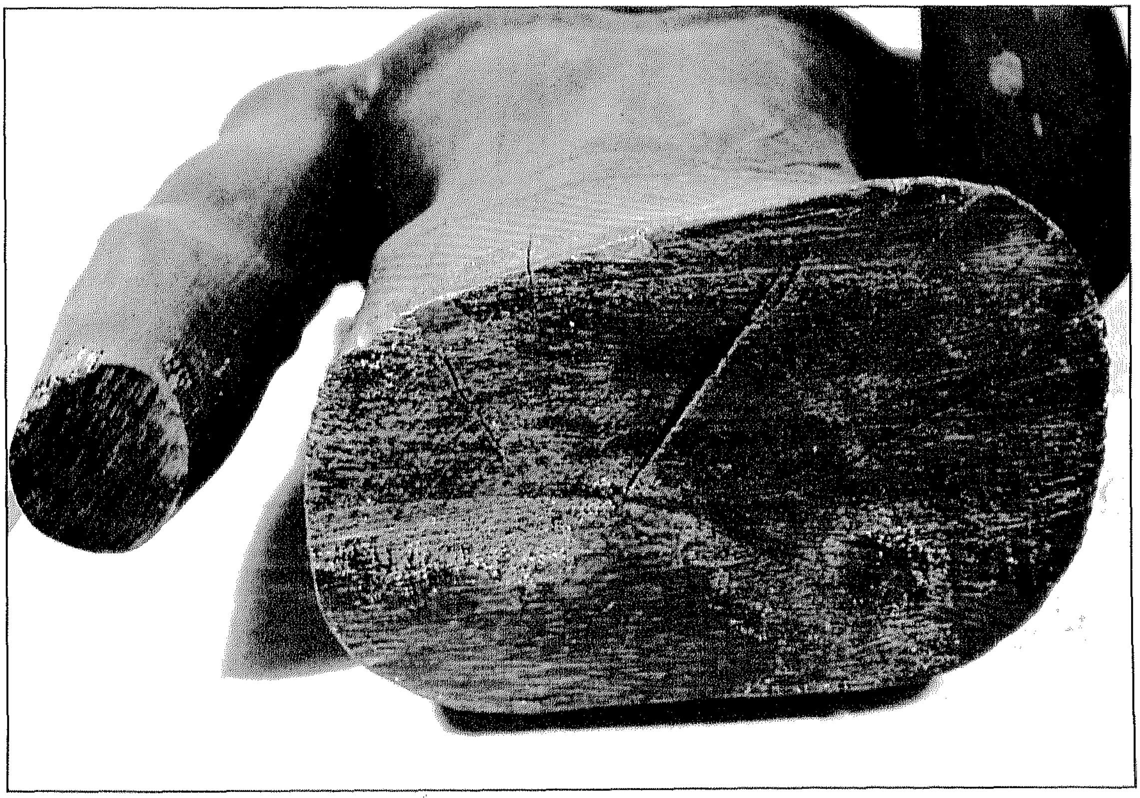




صورة رقم (١٩٦أ - ب)

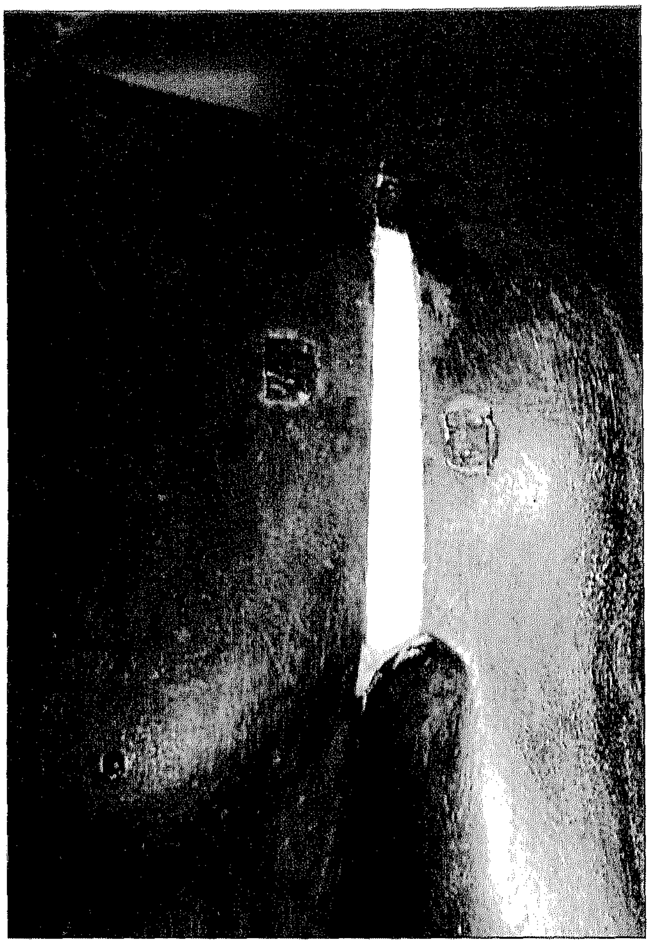
الجانب الأيسر لرأس تمثال الشاب قبل وبعد عمليات الترميم.

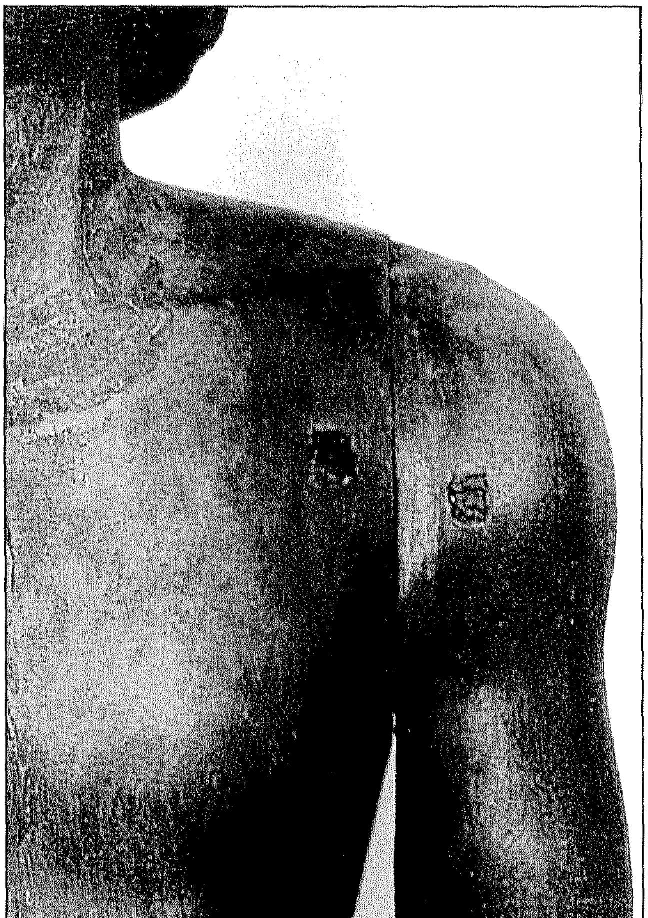




صورة رقم (١٩٧أ - ب)

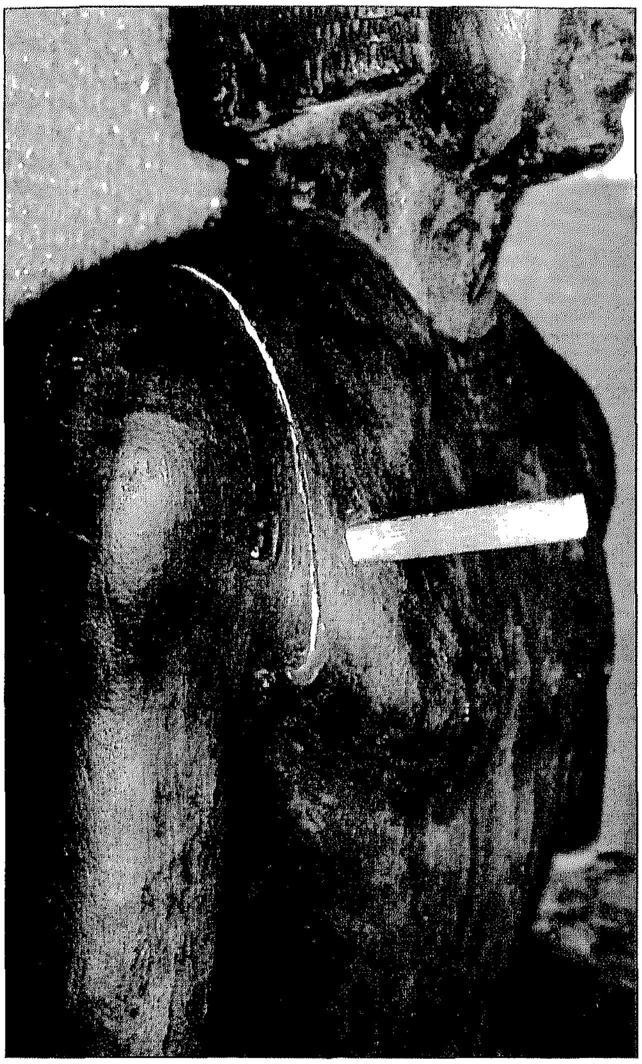
الذراع الأيسر والقطاع المنشور بتمثال الشاب بعد الانتهاء من عمليات التدعيم.

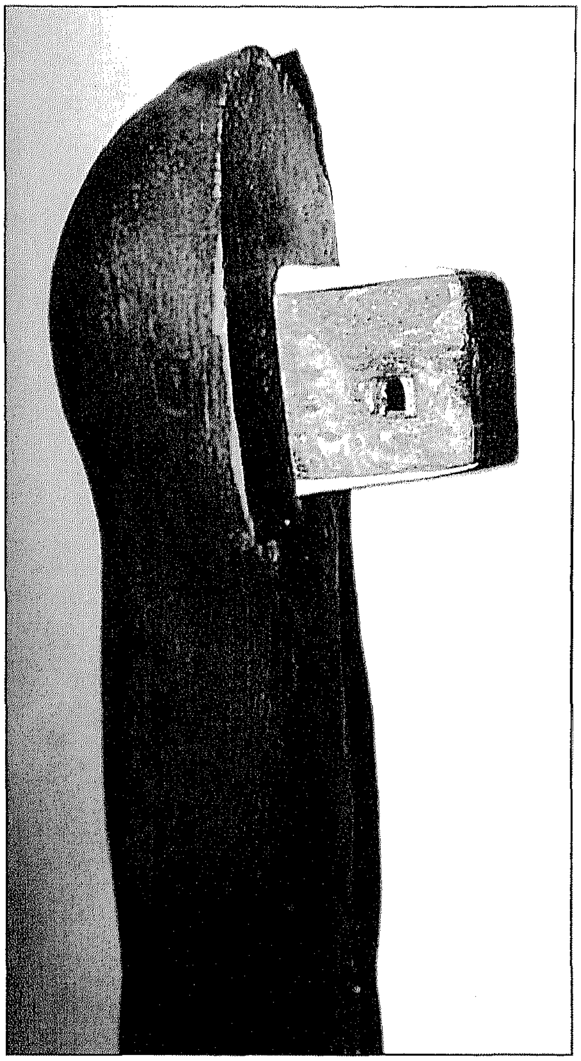


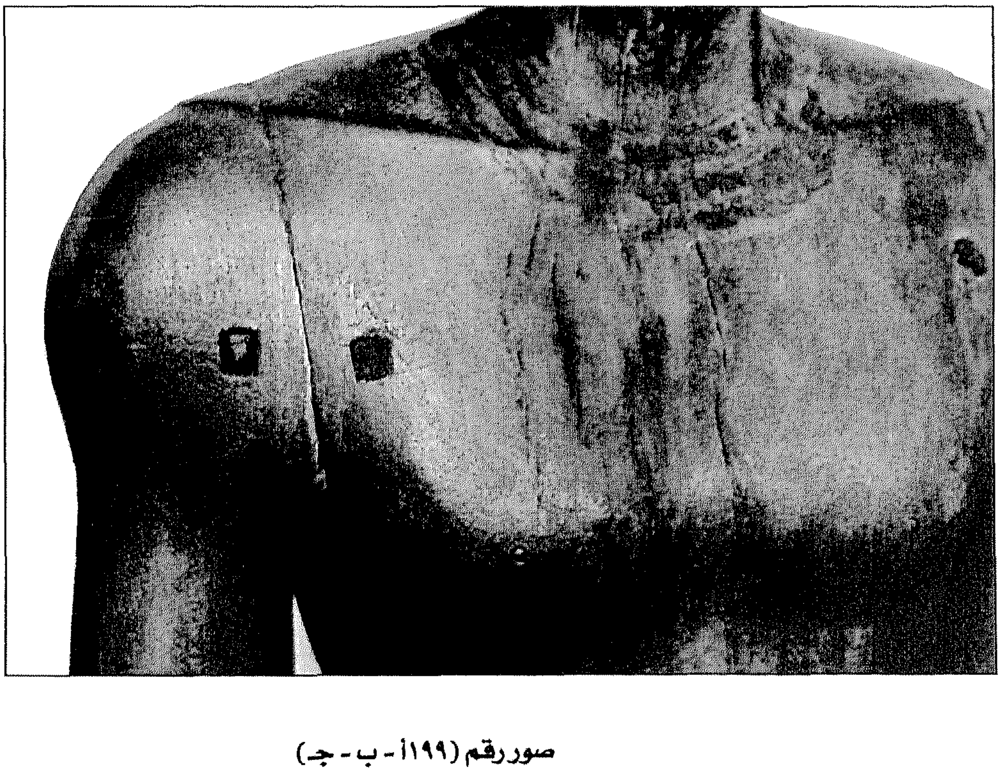


صورة رقم (١٩٨أ - ب)

موضع اتصال الذراع الأيسر بكتف تمثال الشاب أثناء وبعد الانتهاء من عمليات الترميم.

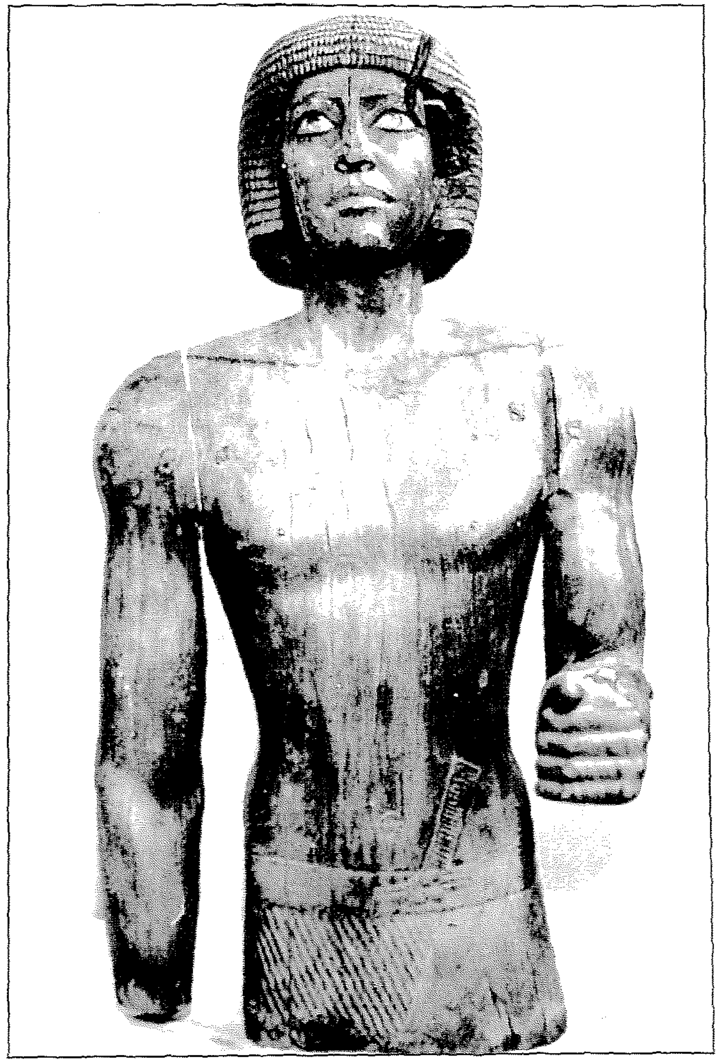






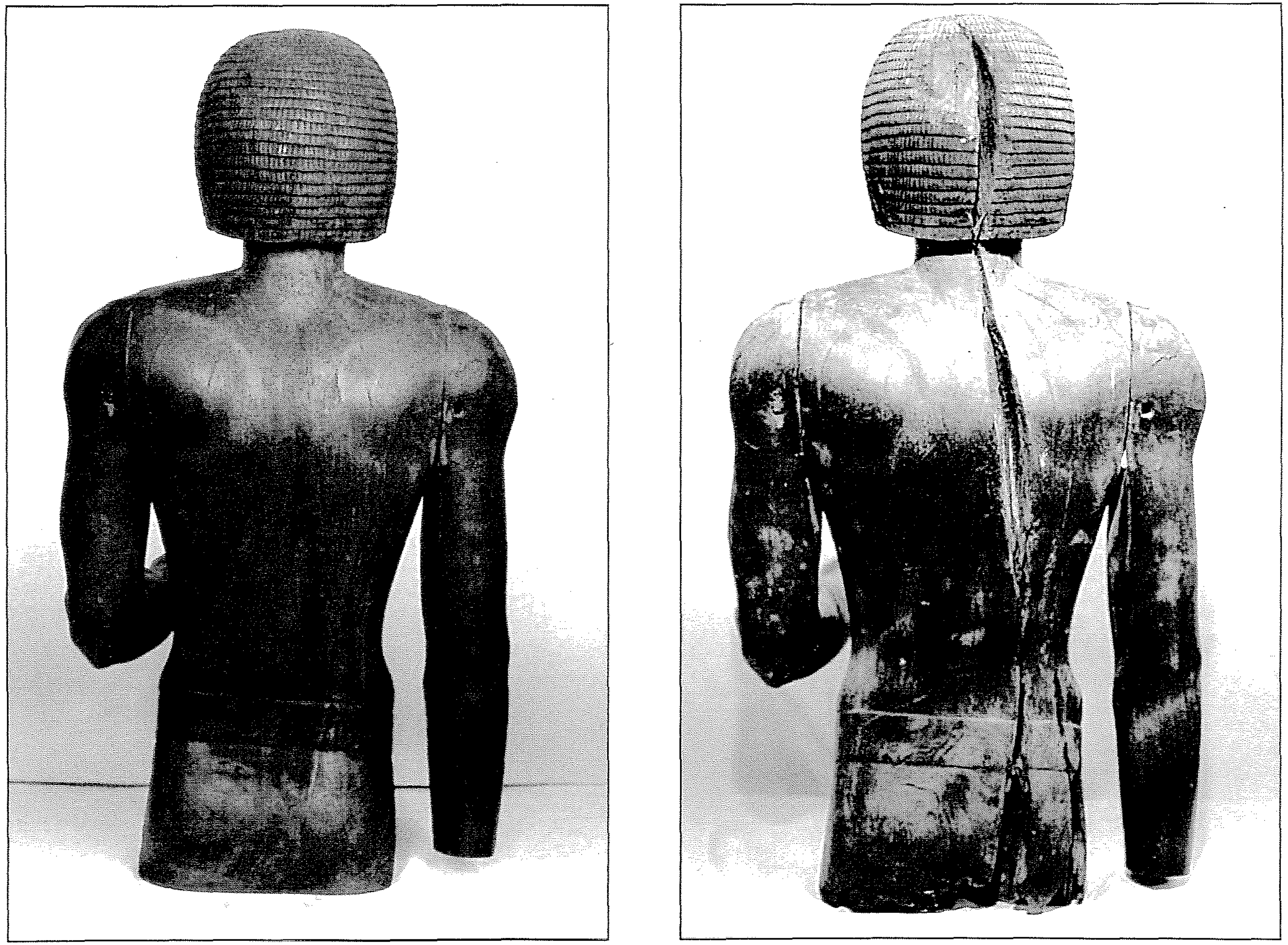
صور رقم (١٩٩أ - ب - جـ)

توضح عمليات تدعيم وتثبيت الذراع الأيمن لتمثال الشاب بالكتف عن طريق عمل بديل للخوابير الخشبية المفقودة والمفتتة.




صورة رقم (٢٠٠ أ - ب)

تمثال الشاب قبل وبعد عمليات الترميم.



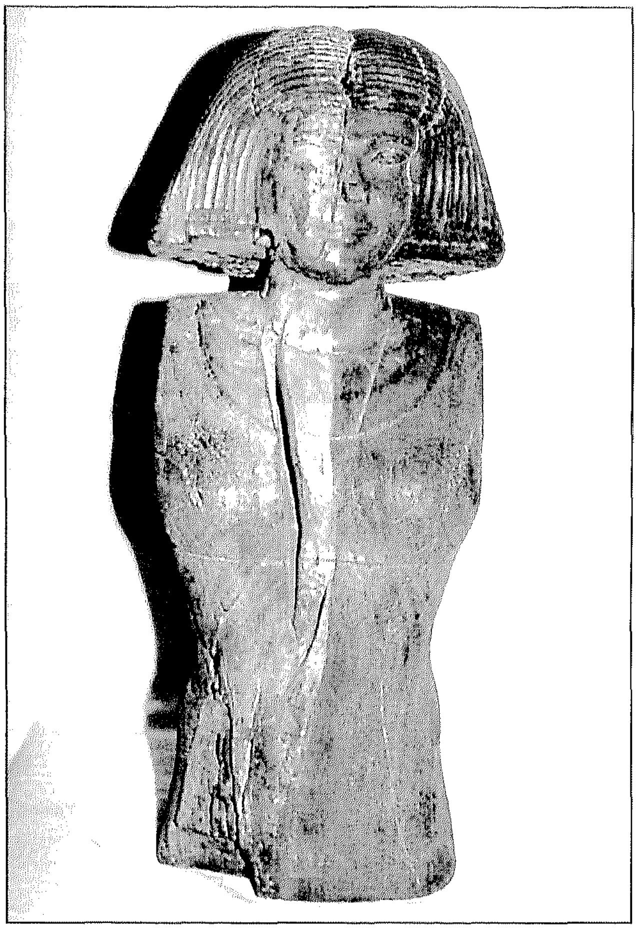
صورة رقم (٢٠١ أ - ب)

منظر خلفى لتمثال الشاب قبل وبعد عمليات الترميم.



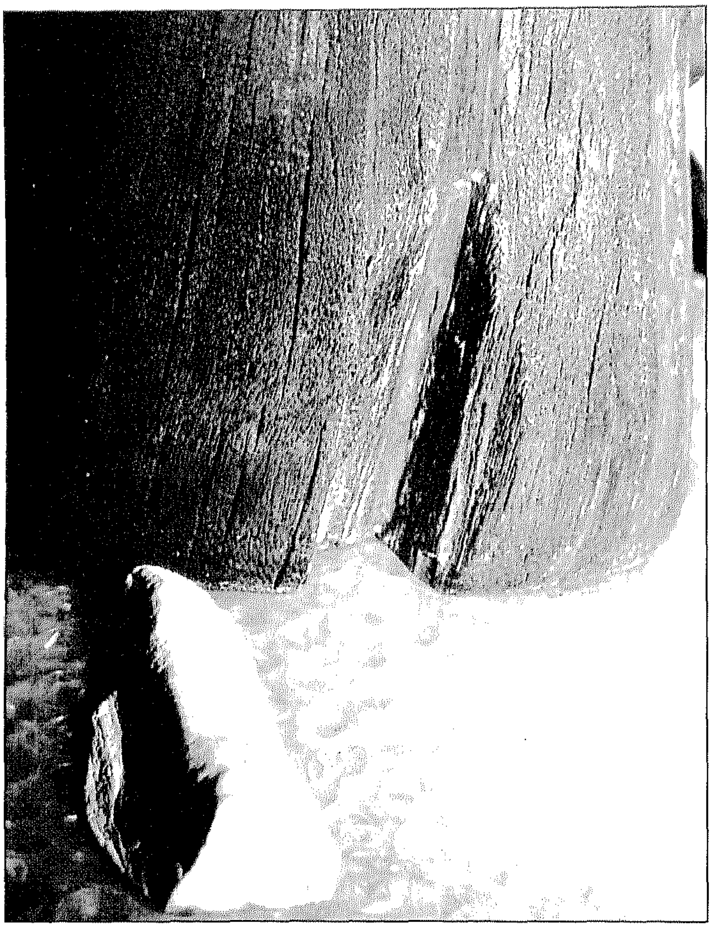
صورة رقم (٢٠٢ أ - ب)

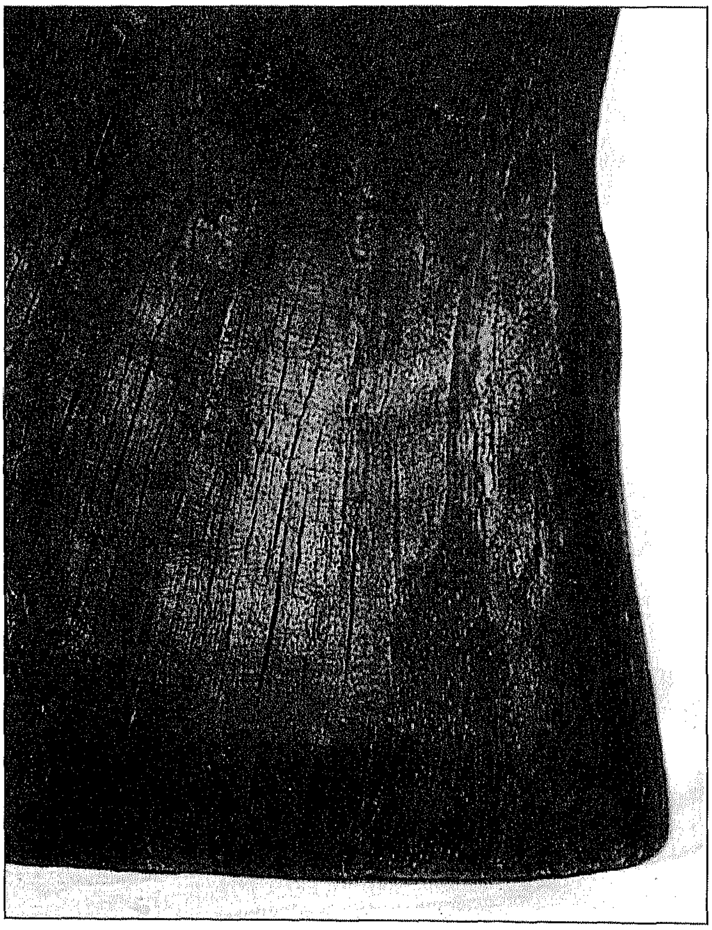
وجه تمثال الشاب قبل وبعد انتهاء عمليات الترميم.

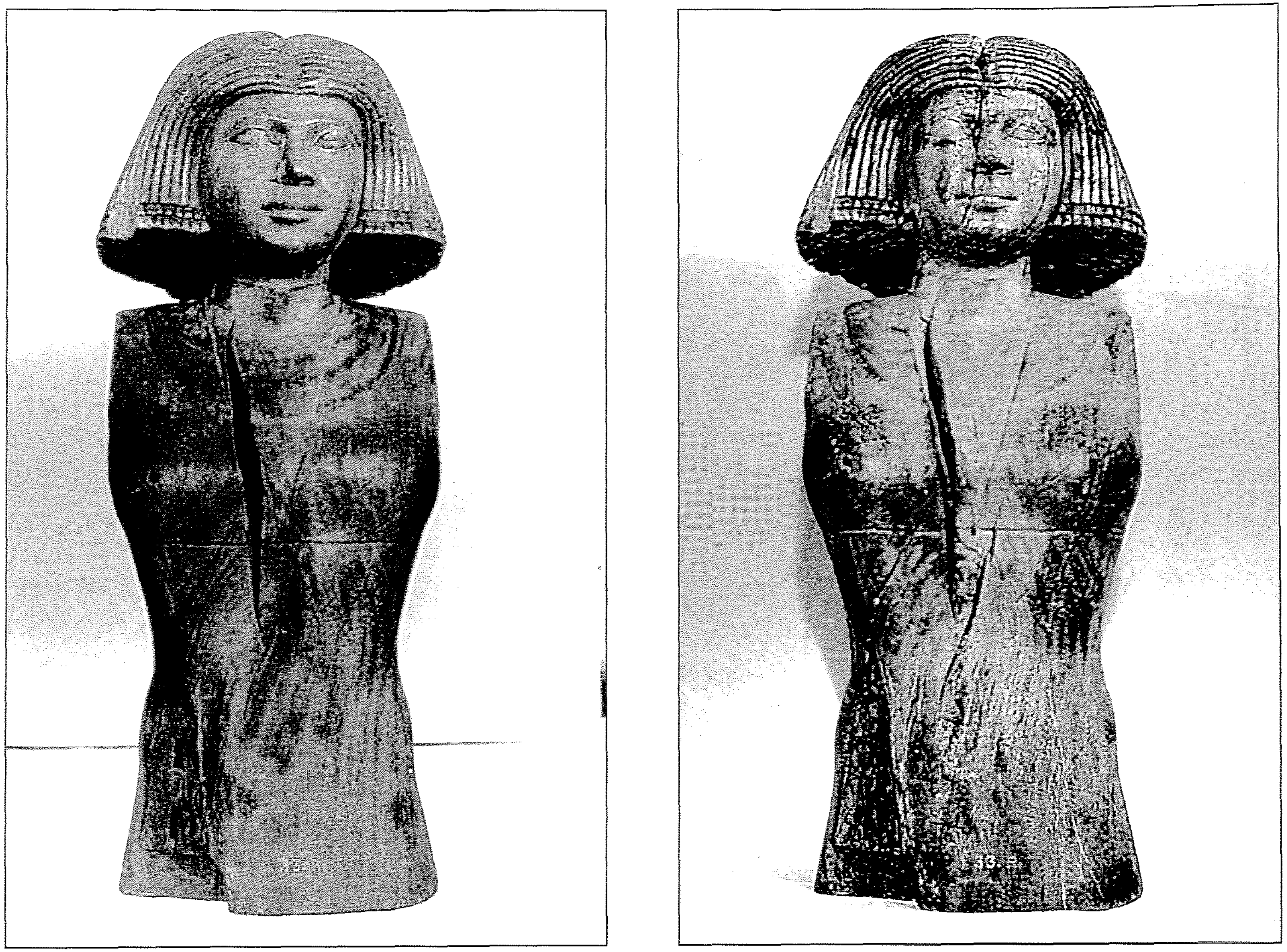

صور رقم (٢٠٣ أ - ب - جـ)

تمثال السيدة التى يطلق عليها «زوجة شيخ البلد» أثناء عمليات التنظيف.



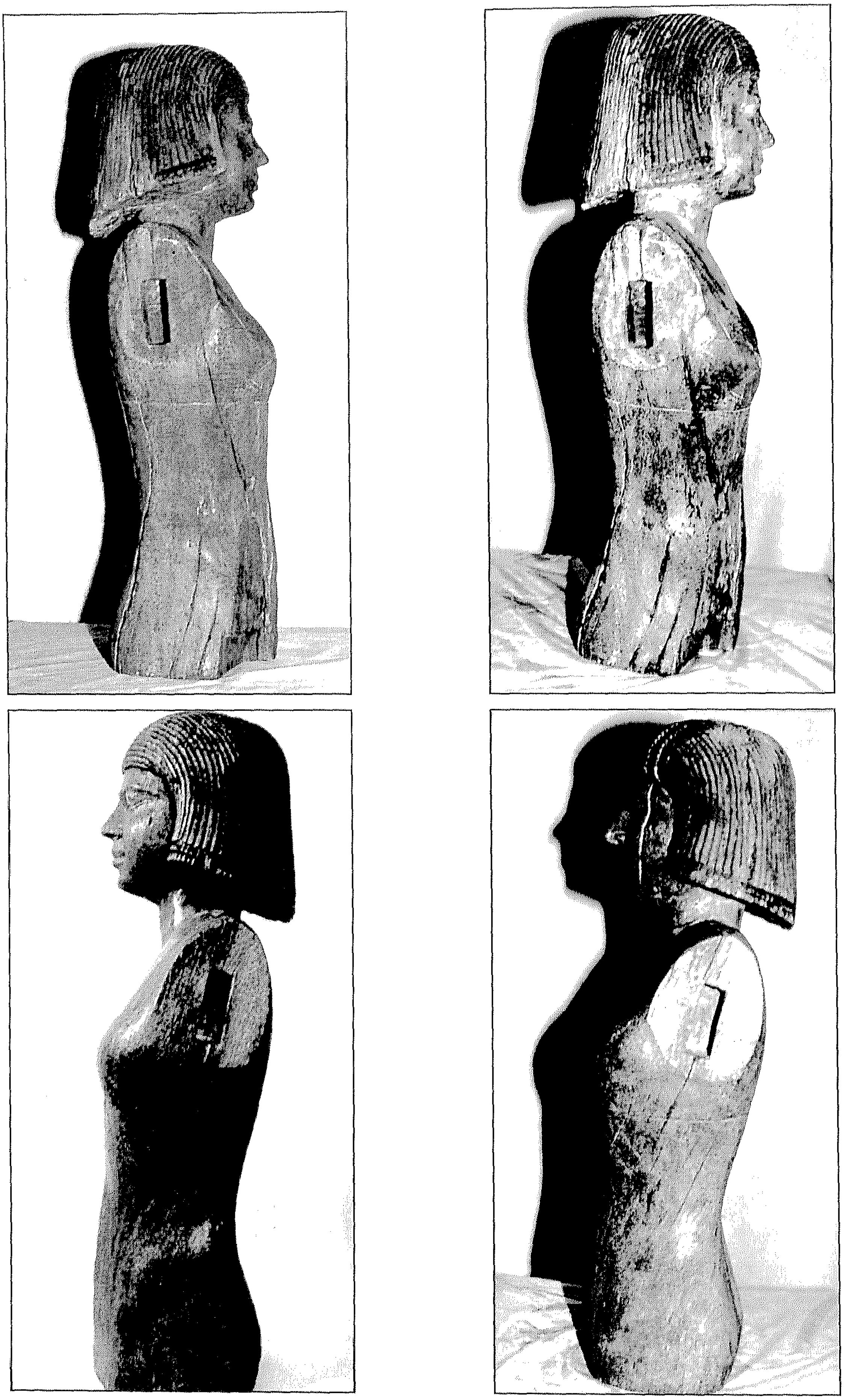


صورة رقم (٢٠٤ أ - ب)
توضح خطوات عمل بديل للجزء المفقود من محيط خط قطع جسم تمثال «زوجة شيخ البلد» بالظهر.



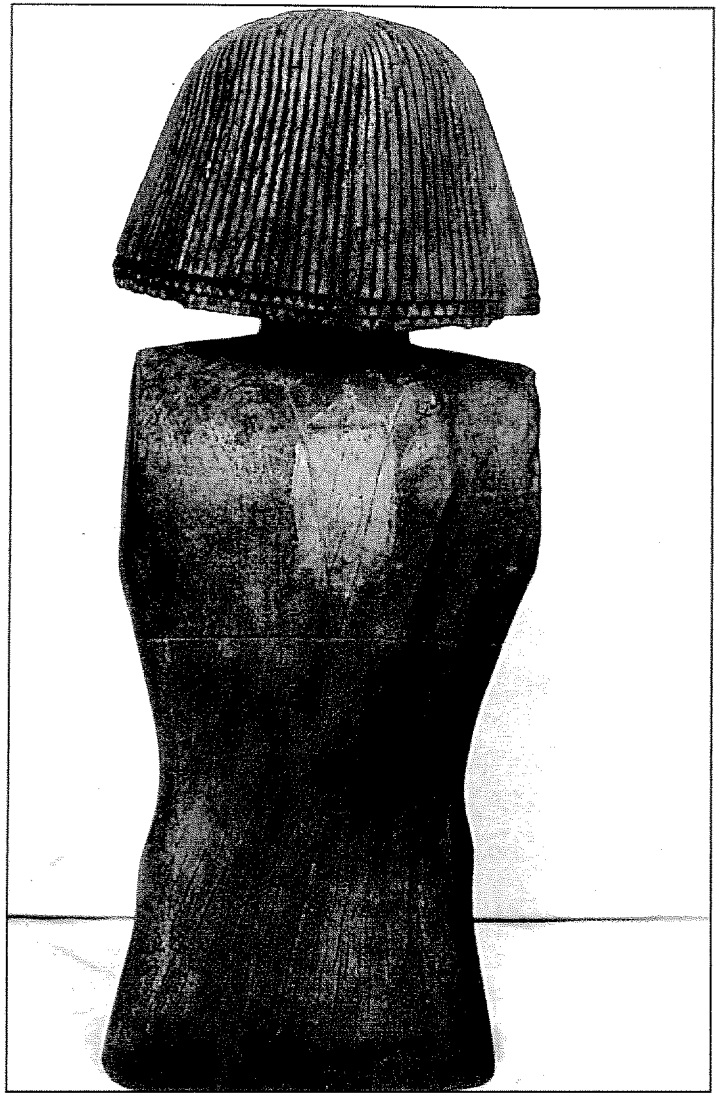
صورة رقم (٢٠٥ أ - ب)

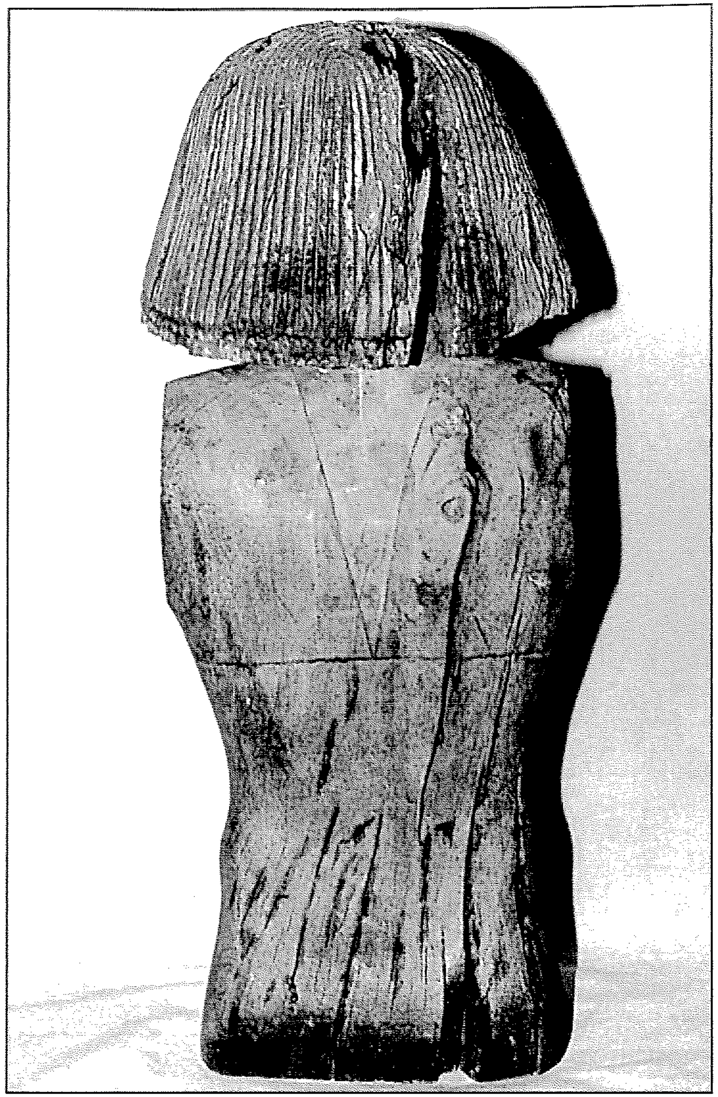
منظر أمامى لتمثال «زوجة شيخ البلد» قبل وبعد الترميم.



صور رقم (٢٠٦ أ - ب - جـ - د)

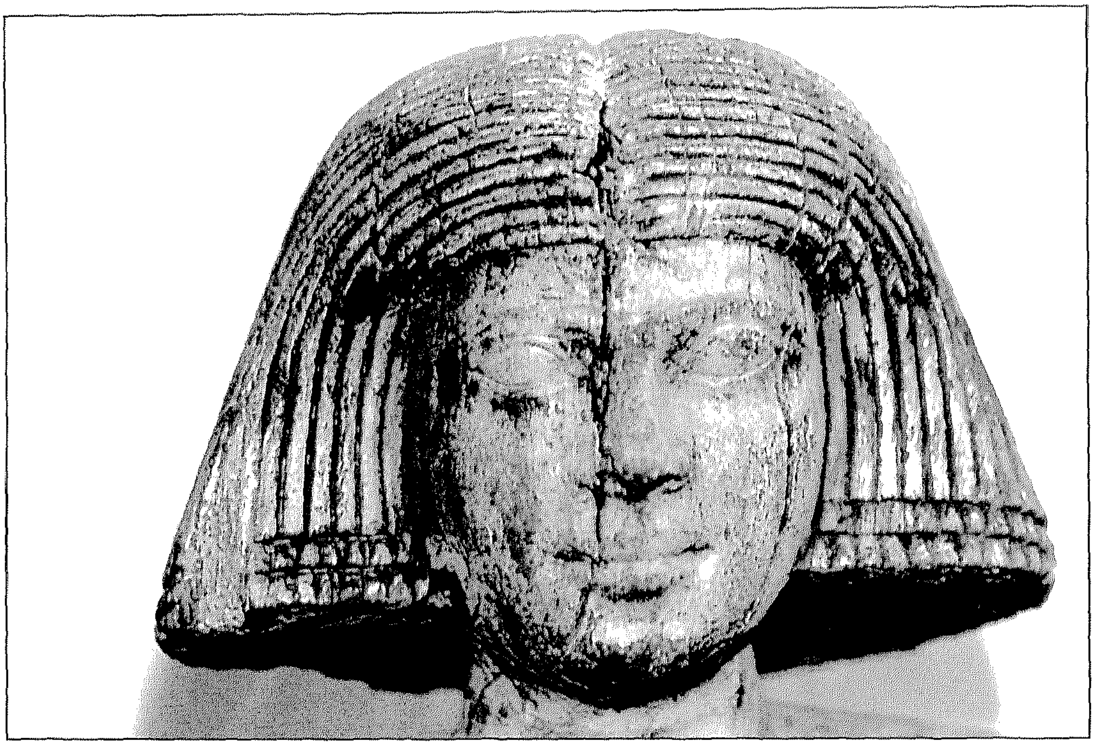
صور جانبية لتمثال «زوجة شيخ البلد» توضح التمثال قبل وبعد الانتهاء من عمليات الترميم.





صورة رقم (٢٠٧ أ - ب)

منظر خلفى لتمثال «زوجة شيخ البلد» قبل وبعد الترميم.





صور رقم (٢٠٨ أ - ب)
وجه تمثال السيدة التى يطلق عليها «زوجة شيخ البلد» قبل وبعد الترميم.

الموضوعات

الموضوع	الصفحة

البـــاب الثالث

الموضوع	الصفحة
* بلكسيسول B597	١١١
٢ - راتنجات البولى فينيل	١١١
* البيوتيفار	١١٢
* مستحلب خلات البولى فينيل........................	١١٣
* خلات البولى فينيل AYAT.	١١٣
٣- مشتقات السليولوز	١١٣
* كلوسيل G	١١٣
* ميثيل السليولوز	١١٣
ب- أجراء عمليات تقادم على مواد التقوية المختارة	١١٣
جـ - الأختبارات التى أجريت على مواد التقوية بعد التقادم	١١٤
١- اللون والشفافية	١١٤
٢- الأنكماش	١١٥
٣- المرونة	١١٥
٤- الذوبان وقابلية الأزالة	١١٦
٥- قيمة الأس الهيدروجينى	١١٧
د- سلوك مواد التقوية المتقادمة خلال التجارب السابقة	١٢٠
هـ- الدراسات التطبيقية لمواد التقوية المختارة على عينات متقادمة من الأخشاب.	١٢٠
و - التغيرات التى طرأت على عينات الأخشاب المقواة	١٢١
١- التغير فى الوزن	١٢١
٢- التغير فى المظهر واللون	١٢٤
٣- القابلية لأمتصاص الماء	١٢٤
٤- التأثير على التركيب الداخلى الدقيق	١٢٥
ز - أختبارات تحديد قابلية مواد التقوية المختارة للاصابة بالفطريات ...	١٢٧
ح - نتائج دراسات وأختبارات مواد التقوية	١٣٢
ثالثاً : الدراسات التجريبية على المواد والمخاليط المالئة	١٣٦
أ- المواد والمخاليط التى تم أختبارها	١٣٦
١- خشب البلسا	١٣٦
٢- مخاليط راتنج الأيبوكس	١٣٦
٣- مخاليط الراتنجات الصناعية والمواد المالئة الخاملة	١٣٧
٤- مخاليط الشموع	١٣٨
٥- مخاليط الغراء الحيوانى والمواد المالئة الخاملة	١٣٨
٦- مخاليط جاهزة	١٣٩
ب - الأختبارات الكيفية لتحديد الخواص العامة للمواد والمخاليط المالئة	١٣٩
١- إعداد العينات	١٣٩
٢- عوامل وأختبارات المفاضلة بين سلوكيات المواد والمخاليط المالئه	١٤٠
٣- الخواص السلوكية للمواد والمخاليط المالئة خلال الأختبارات	١٤٢

الموضوع	الصفحة

الباب الرابع

الجانب التطبيقى لعلاج مجموعة التماثيل الخشبية التى عثر عليها بمصطبة "كاعبر" ١٦٥







